

Министерство образования и науки
Российской Федерации

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В ДЕКАБРЕ 1957 ГОДА, ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

**№ 1 (373)
2018**

Журнал включен в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук"

Журнал представлен в Научной
электронной библиотеке (НЭБ)
и имеет импакт-фактор РИНЦ

Журнал включен в Междуна-
родные базы данных: SCOPUS и
CAS(pt), индексирующие
научные издания

Электронный вариант журнала
размещен на сайте
<http://ttp.ivgpi.com>

Издание Ивановского государственного политехнического университета

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: *Е.В. РУМЯНЦЕВ (д.х.н.).*
Первый заместитель главного редактора: *С.В. ФЕДОСОВ (академик РААСН, д.т.н., проф.).*

Заместители главного редактора:

Ю.В. БАБИН (д.х.н., проф.), Б.Н. ГУСЕВ (д.т.н., проф.),
А.Г. МАКАРОВ (д.т.н., проф.), П.Б. РАЗГОВОРОВ (д.х.н., проф.),
К.Э. РАЗУМЕЕВ (д.т.н., проф.).

Члены редколлегии:

Н.М. АШНИН (д.т.н., проф.), М.Г. БАЛЫХИН (к.э.н., проф.), В.Н. БЛИНИЧЕВ (д.т.н., проф.),
В.Ф. ГЛАЗУНОВ (д.т.н., проф.), В.А. ЗАВАРУЕВ (д.т.н., проф.), Е.Н. КАЛИНИН (д.т.н., проф.),
О.В. КАЩЕЕВ (д.п.н., проф.), А.М. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), М.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.),
Н.В. КИСЕЛЕВ (д.т.н., проф.), Ж.Ю. КОЙТОВА (д.т.н., проф.), А.Р. КОРАБЕЛЬНИКОВ (д.т.н., проф.),
Н.Л. КОРНИЛОВА (д.т.н., проф.), В.Е. КУЗЬМИЧЕВ (д.т.н., проф.), Н.А. КУЛИДА (д.т.н., проф.),
В.Е. МИЗОНОВ (д.т.н., проф.), А.П. МОРЫГАНОВ (д.т.н., проф.), Е.Н. НИКИФОРОВА (д.т.н., проф.),
С.Д. НИКОЛАЕВ (д.т.н., проф.), О.И. ОДИНЦОВА (д.т.н., проф.), А.Б. ПЕТРУХИН (д.э.н., проф.),
А.Ф. ПЛЕХАНОВ (д.т.н., проф.), Л.П. РОВИНСКАЯ (д.т.н., проф.), В.Е. РОМАНОВ (д.т.н., проф.),
С.П. РУДОБАШТА (д.т.н., проф.), П.Н. РУДОВСКИЙ (д.т.н., проф.), В.Е. РУМЯНЦЕВА (д.т.н., проф.),
В.В. САФОНОВ (д.т.н., проф.), П.А. СЕВОСТЬЯНОВ (д.т.н., проф.), Н.А. СМИРНОВА (д.т.н., проф.),
Г.Г. СОКОВА (д.т.н., проф.), А.А. ТЕЛИЦЫН (д.т.н., проф.), В.Н. ФЕДОСЕЕВ (д.т.н., проф.),
Н.М. ФИЛЛИМОНОВА (д.э.н., проф.), А.В. ФИРСОВ (д.т.н., проф.), Л.П. ШЕРШНЕВА (д.т.н., проф.),
Ю.С. ШУСТОВ (д.т.н., проф.), В.П. ЩЕРБАКОВ (д.т.н., проф.), С.С. ЮХИН (д.т.н., проф.).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ (д.с.н., проф.), А.В. ДЕМИДОВ (д.т.н., проф.),
К.И. КОБРАКОВ (д.т.н., проф.), В.Л. МАХОВЕР (д.т.н., проф.),
А.Р. НАУМОВ (д.х.н., проф.), А.П. СОРКИН (д.т.н., проф.),
А.А. ТИТУНИН (д.т.н., проф.).

Ответственный секретарь *С.Л. ХАЛЕЗОВ*

Адрес редакции: 153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
Тел.: (4932) 41-75-02. Факс: (4932) 41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpi.com
http://ttp.ivgpi.com

Издание зарегистрировано в Министерстве печати РФ. Регистрационный №796. Сдано в набор 02.02.2018. Подписано в печать 28.02.2018. Формат 60x84 1/8. Бум. кн.-журн. Печать офсетная. Усл.-печ. л. 25,58; Усл. кр.-отт. 25,83. Заказ 1802.

Тираж 400 экз.

"Известия вузов. Технология текстильной промышленности"
Издание Ивановского государственного политехнического университета
153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 21.
E-mail: ttp@ivgpi.com

Издательско-полиграфический комплекс "ПресСто"
153025, г. Иваново, ул. Дзержинского, 39, строение 8
Тел. 8-930-330-26-30
E-mail: pressto@mail.ru

© "Известия вузов. Технология текстильной промышленности", 2018

Ministry of Education and Science
of Russian Federation

PROCEEDINGS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**TEXTILE
INDUSTRY
TECHNOLOGY**

SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

ESTABLISHED IN DECEMBER OF 1957, 6 ISSUES PER YEAR

**№ 1 (373)
2018**

The journal is included in the "List of the leading peer-reviewed journals and publications issued in the Russian Federation, in which the major scientific results of dissertations for the degrees of doctor and candidate of sciences should be published"

The journal is presented in the
Scientific Electronic Library and
has an RSCI impact factor

The journal is included in the
Scopus and CAS(pt) bibliographic
databases

The on-line version of the journal
is available at
<http://ttp.ivgpu.com>

Published by Ivanovo State Polytechnical University

EDITORIAL BOARD

Chief editor: E.V. RUMYANTSEV (d.ch.s.).
First deputy of chief editor: S.V. FEDOSOV (acad. RAACS, d.en.s., prof.).

Deputy editors:

YU.V. BABIN (d.ch.s., prof.), B.N. GUSEV (d.en.s., prof.),
A.G. MAKAROV (d.en.s., prof.), P.B. RAZGOVOROV (d.ch.s., prof.),
K.E. RAZUMEEV (d.en.s., prof.).

Editorial board members:

N.M. ASHNIN (d.en.s., prof.), M.G. BALKHIN (c.ec.s., prof.), V.N. BLINICHEV (d.en.s., prof.),
V.F. GLAZUNOV (d.en.s., prof.), V.A. ZAVARUEV (d.en.s., prof.), E.N. KALININ (d.en.s., prof.),
O.V. KASHCHEEV (d.ps.s., prof.), A.M. KISELEV (d.en.s., prof.), M.V. KISELEV (d.en.s., prof.),
N.V. KISELEV (d.en.s., prof.), A.R. KORABELNIKOV (d.en.s., prof.), N.L. KORNILOVA (d.en.s., prof.),
ZH.YU. KOYTOVA (d.en.s., prof.), N.A. KULIDA (d.en.s., prof.), V.E. KUZMICHEV (d.en.s., prof.),
V.E. MIZONOV (d.en.s., prof.), A.P. MORYGANOV (d.en.s., prof.), E.N. NIKIFOROVA (d.en.s., prof.),
S.D. NIKOLAEV (d.en.s., prof.), O.I. ODINTSOVA (d.en.s., prof.), A.B. PETRUKHIN (d.ec.s., prof.),
A.F. PLEKHANOV (d.en.s., prof.), L.P. ROVINSKAYA (d.en.s., prof.), V.E. ROMANOV (d.en.s., prof.),
S.P. RUDOBASHTA (d.en.s., prof.), P.N. RUDOVSKY (d.en.s., prof.), V.E. RUMYANTSEVA (d.en.s., prof.),
V.V. SAFONOV (d.en.s., prof.), P.A. SEVOSTYANOV (d.en.s., prof.), N.A. SMIRNOVA (d.en.s., prof.),
G.G. SOKOVA (d.en.s., prof.), A.A. TELITSYN (d.en.s., prof.), V.N. FEDOSEEV (d.en.s., prof.),
N.M. FILIMONOVA (d.ec.s., prof.), A.V. FIRSOV (d.en.s., prof.), L.P. SHERSHNEVA (d.en.s., prof.),
YU.S. SHUSTOV (d.en.s., prof.), V.P. SHCHERBAKOV (d.en.s., prof.), S.S. YUKHIN (d.en.s., prof.).

EDITORIAL COUNCIL

V.S. BELGORODSKY (d.soc.s., prof.), A.V. DEMIDOV (d.en.s., prof.),
K.I. KOBRAKOV (d.en.s., prof.), V.L. MAKHOVER (d.en.s., prof.),
A.R. NAUMOV (d.ch.s., prof.), A.P. SORKIN (d.en.s., prof.),
A.A. TITUNIN (d.en.s., prof.).

Executive secretary S.L. KHALEZOV

Address: 153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.
Tel.: +7(4932)41-75-02, fax: +7(4932)41-50-88.
E-mail: ttp@ivgpu.com
[http:// ttp.ivgpu.com](http://ttp.ivgpu.com)

Registered with the Ministry of Printing of Russian Federation. Registration no. 796. Passed for typesetting on 02.02.2018.
Signed for printing on 28.02.2018. Format 60×84 1/8. Book/journal paper. Offset printing. 25.58 conventional sheets.
25.83 conventional. Order 1802.

Circulation of 400.

"Proceedings of higher education institutions. Textile Industry Technology"

Published by Ivanovo State Polytechnical University

153000, Ivanovo, Sheremetev av., 21.

E-mail: ttp@ivgpu.com

Publishing-printing complex "PresSto"

153025, Ivanovo, Dzerzhinskogo, 39, building 8

Tel. 8-930-330-26-30

E-mail: pressto@mail.ru

УДК 658.274

**МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗАТРАТ
НА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ**

**METHODS OF ADJUSTING OF EXPENSES
ON TECHNICAL SERVICE AND REPAIR OF EQUIPMENT**

Е.А. ГРОШЕВИК
E.A. GROSHEVIK

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: Ecdepart3@kstu.edu.ru

Предложены организационно-технические направления совершенствования существующей на предприятиях текстильной и легкой промышленности системы технической эксплуатации оборудования с целью снижения затрат на поддержание работоспособности данного оборудования. Направления являются универсальными и могут быть рекомендованы для большинства предприятий текстильной и легкой промышленности.

Were offered organizational is technical directions of technical development for textile industry of using technical equipment in the purpose of lowing expenditures for working the equipment. These directions are universal and could be recommended for most enterprises of textile and easy industry.

Ключевые слова: техническая эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт, оборудование, затраты.

Keywords: technical use of technical service, mending, equipment, expenditures.

Для многих промышленных предприятий затраты на поддержание работоспособности оборудования, на его техническое обслуживание (ТО) и ремонт являются значительными, а значит – содержат серьезный потенциал для оптимизации.

Наибольший интерес в условиях ограниченности средств у предприятий на реновацию и ремонт оборудования представ-

ляют те решения и рекомендации по оптимизации системы технической эксплуатации (системы ТЭ) оборудования, которые не требуют для своей реализации капитальных затрат.

На основании результатов проведенных исследований [1] и концепции создания новых и совершенствования действующих элементов системы ТЭ технологического

оборудования на предприятиях текстильной и легкой промышленности [2] разработаны организационно-технические направления совершенствования системы ТЭ,

представленные в виде блок-схемы, изображенной на рис.1.

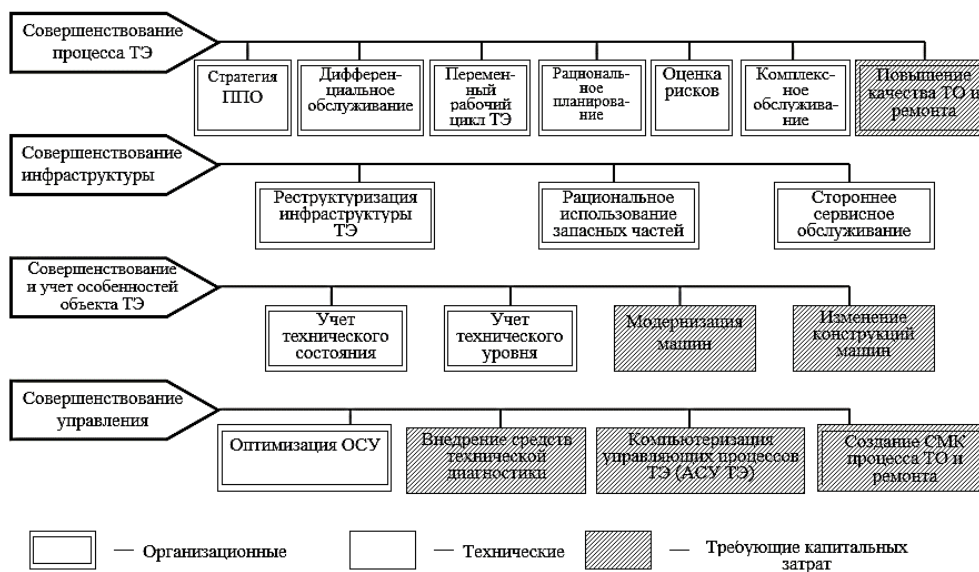


Рис. 1

Направления объединены в 4 группы.

1. *Совершенствование процесса ТЭ:* введение стратегии плано-предупредительного обслуживания (ППО), применение тактики дифференцированного обслуживания, введение переменного рабочего цикла технической эксплуатации (цикла ТЭ), рациональное планирование процесса ТЭ, оценка рисков, использование элементов комплексного обслуживания, повышение качества ТО и ремонта.

2. *Совершенствование инфраструктуры:* реструктуризация действующей инфраструктуры системы ТЭ, внедрение элементов стороннего сервисного обслуживания, разработка рациональных методов использования запасных частей.

3. *Совершенствование и учет особенностей объекта ТЭ:* учет технического состояния, учет технического уровня, модернизация машин, изменение конструкций машин.

4. *Совершенствование управления процессом ТЭ:* оптимизация организационной структуры управления (ОСУ) ТЭ, компьютеризация управления процессом ТЭ (внедрение АСУ ТЭ), внедрение средств техни-

ческой диагностики, создание системы менеджмента качества процессов ТО и ремонта.

Как видно из рис. 1, основные направления совершенствования системы ТЭ носят организационный характер, меньшая часть из них связана с техническим совершенствованием самого оборудования или внедрением новых технических средств.

Весь комплекс направлений имеет следующие характерные особенности:

- направления являются универсальными и могут быть рекомендованы для большинства предприятий текстильной и легкой промышленности;
- направления независимы друг от друга и могут быть реализованы по отдельности;
- не каждое из указанных направлений может быть реализовано и внедрено в условиях конкретного предприятия;
- большая часть направлений не требует для своей реализации капитальных затрат и может быть реализована даже в условиях дефицита средств.

Наибольший интерес для рассмотрения имеют те направления, которые не требуют для своей реализации больших дополни-

тельных материальных и финансовых затрат и на многих предприятиях могут быть реализованы уже в настоящее время. В связи с этим рассмотрим основные из них более подробно.

Введение стратегии планово-предупредительного обслуживания (ППО).

В отличие от стратегии планово-предупредительного ремонта (ППР) в качестве основной стратегии предлагается стратегия планово-предупредительного обслуживания (стратегия ППО), предусматривающая выполнение главным образом профилактических работ при условии значительного сокращения (и даже исключения на длительный срок или совсем) плановых ремонтных работ. Косвенным подтверждением целесообразности такого подхода являются исследования [3] и [4], где авторы доказывают неэффективность и техническую и экономическую нецелесообразность капитального ремонта оборудования.

Следует пояснить, что речь идет о неэффективности именно системы капитальных ремонтов, проводимых в обязательном порядке для всего без исключения технологического оборудования, а не об отказе от проведения любых видов ремонтов вообще.

Применение стратегии ППО может рекомендоваться для сравнительно нового оборудования, сроки эксплуатации которого не превышают установленных сроков амортизации.

Для оборудования, фактические сроки службы которого превышают сроки амортизации, плановые ремонты следует сохранить. Для текстильной и легкой промышленности рекомендуемым вариантом проведения периодических ремонтов (при условии нормальной загрузки оборудования) может быть предложен метод проведения ежегодного единого планового профилактического ремонта, обычно проводимого в период останова.

Использование стратегии ППО предусматривает расширение понятия и изменение содержания процесса технического обслуживания (ТО). В этом случае ППО включает в себя не только общепринятые работы по техническому обслуживанию, но

и элементы текущего ремонта оборудования (ТР):

$$\text{ППО} = \text{ТО} + \text{ТР} .$$

Важной особенностью ППО является тот факт, что оно имеет переменное содержание, которое, в свою очередь, определяется переменными составляющими ТО и ТР [5].

Штатные работы по техническому обслуживанию включают операции чистки (Ч), смазки (С), регулировки (Р) и профилактического осмотра (ПО). Операции профосмотра заключаются в подналадке (ПН), подтягивании резьбовых соединений (ПРС) и замене технологической оснастки (ЗТО).

Тогда в обобщенном виде модель планово-предупредительного обслуживания будет иметь вид:

$$\text{ППО} = \text{Ч} + \text{С} + \text{ОД} + \text{Р} + \text{ПН} + \text{ПРС} + \text{ЗТО} + \text{ТР} .$$

Применение тактики дифференцированного обслуживания.

Тактика дифференцированного планово-предупредительного обслуживания предусматривает выполнение работ различного объема и различного содержания для разных групп (и единиц) оборудования.

Применение тактики дифференцированного обслуживания позволяет сократить затраты на ТЭ и ремонт за счет исключения плановых ремонтов для малоиспользуемого и малоизнашивающегося оборудования.

Тактика дифференцированного обслуживания предполагает обязательный учет степени важности для производства обслуживания отдельных видов машин и оборудования, что неизбежно предусматривает разработку методов и моделей классификации оборудования. С точки зрения значимости для процесса производства все множество технологического оборудования А целесообразно разделить согласно предлагаемой обобщенной модели на следующие группы:

$$A = (B_1 \cup B_2 \cup B_3 \cup B_4),$$

где V_1 – множество физических единиц оборудования, обеспечивающих реализацию технологического процесса; V_2 – множество физических единиц второстепенного или малоответственного оборудования, не оказывающего влияния на ход основного технологического процесса; V_3 – множество физических единиц резервного, не используемого в технологическом процессе, оборудования; V_4 – множество физических единиц оборудования, дублирующего основное.

Оборудование может переходить из одной группы в другую на протяжении сравнительно короткого промежутка времени, что неизбежно должно сказываться и на изменении системы его ТЭ (рис. 2 – дифференцированное планово-предупредительное обслуживание).

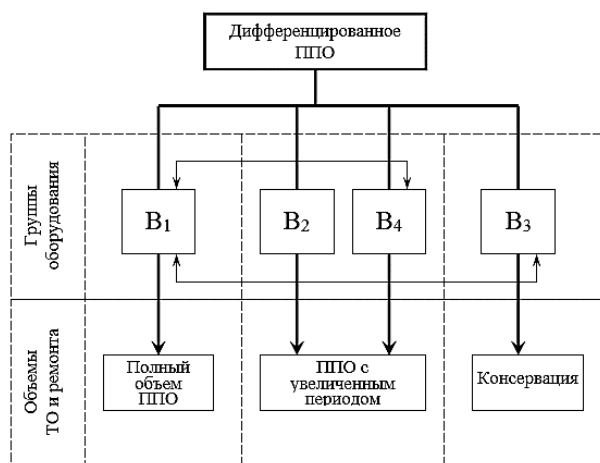


Рис. 2

Применение тактики дифференцированного обслуживания предполагает проведение полного объема работ в соответствии с требованиями технической документации только для оборудования первой группы – V_1 . Второстепенное и малоответственное оборудование (V_2) и оборудование группы V_4 может обслуживаться с увеличенным периодом. Резервное оборудование группы V_3 подлежит консервации.

Введение переменного рабочего цикла ТЭ.

Применение тактики дифференцированного технического обслуживания предполагает также разработку и применение переменного рабочего цикла ТЭ оборудования.

Рациональный цикл ТЭ позволяет оптимизировать затраты и обеспечить минимальные простои оборудования в ремонте [6].

Переменным цикл ТЭ называется потому, что в каждом рабочем цикле может быть различное количество эксплуатационных воздействий. Рабочий цикл ТЭ может быть переменным по структуре, по длительности и по объему работ.

Определяющим моментом при разработке переменного цикла ТЭ является определение длительности цикла, то есть промежутка времени, на который планируется программа эксплуатационных воздействий. Длительность цикла ТЭ должна приниматься равной длительности максимального периода операции ППО, то есть должна быть равна периоду выполнения высшей по номеру операции ТО, определяемой по технической документации.

Рациональное планирование процесса ТЭ (учет технического состояния и учет загрузки оборудования).

Применение тактики дифференцированного обслуживания позволяет широко использовать методы рационального планирования программы работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования и, в частности, планирования с учетом технического состояния оборудования.

При отсутствии технических средств для диагностики состояния оборудования, что характерно для значительной части предприятий текстильной и легкой промышленности, в качестве метода оценки технического состояния оборудования можно рекомендовать использование организационно-технологической документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования. Это – дефектные ведомости и технологические карты производства работ, которые позволяют в условиях недостатка фактической информации о техническом состоянии оборудования с достаточным уровнем точности планировать содержание и объемы работ по ремонтам оборудования. Связано это с тем, что, как правило, виды и объемы работ для конкретного вида оборудования от ремонта к ремонту изменяются незначительно.

Введение системы учета затрат для анализа их обоснованности и определения резервов.

Для сокращения затрат на ТО и ремонт и оценки их обоснованности необходимо организовать учет затрат по всем статьям ремонтной программы, для чего следует применять планирование ремонтного фонда для каждой отдельной единицы оборудования (виды работ, сметная стоимость и т.д.).

Применение планирования ремонтного фонда для каждой отдельной единицы оборудования позволяет: оценить возможные изменения затрат на ремонт единицы оборудования во времени, определить стоимость владения оборудованием, определить стоимость поддержания работоспособности каждой единицы оборудования, выбирать оптимальную стратегию ремонта (свои подразделения или внешние сервисные службы), гибко управлять системой ТЭ оборудования (по парку оборудования, срокам и объемам работ).

Оценка рисков невыполнения ремонтов и несвоевременного ТО.

Если суммарная стоимость планируемых ремонтов превышает финансовые возможности предприятия, то возможно принятие решения об отказе от части работ. Основанием целесообразности такого решения может быть оценка рисков непроведения ремонтов или несвоевременного ТО.

Непроведение своевременного ТО и ремонта оборудования могут привести к его unplanned ремонту. В случае unplanned ремонта возникают риски unplanned закупок запасных частей, увеличения стоимости ремонта, unplanned простоев оборудования в ремонте и т.д. Полностью все возможные риски, возникающие в случае выхода из строя оборудования, необходимо определять в привязке к конкретному предприятию и конкретному оборудованию. Учет рисков позволяет корректировать планы проведения ТО и ремонтов и применять гибкую систему ТЭ.

В Ы В О Д Ы

1. Гибкости производства, как главному условию выживания в конкурентной среде, неизбежно должна соответствовать гибкость системы технической эксплуатации оборудования.

2. Предложены организационно-технические направления совершенствования существующей на предприятиях текстильной и легкой промышленности системы технической эксплуатации оборудования с целью снижения затрат на поддержание работоспособности оборудования.

3. Направления являются универсальными и могут быть рекомендованы для большинства предприятий текстильной и легкой промышленности.

4. Большая часть направлений не требует для своей реализации капитальных затрат и может быть реализована даже в условиях дефицита средств.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Грошевик Е.А.* Формирование систем технической эксплуатации, адаптивно реагирующих на технический уровень и состояние оборудования: (На прим. текстил. и лег. пром-сти): Дис... канд. техн. наук. – Кострома, 2000.

2. *Травин Г.М., Грошевик Е.А.* Концепция совершенствования системы технической эксплуатации оборудования текстильной и легкой промышленности // Сб. ст.: Проблемы регионоведения. Вып. 2. – Иваново: ИвГУ, 1999. С.274...277.

3. *Селиванов А.И.* Основы теории старения машин. – М.: Машиностроение, 1971.

4. *Травин Г.М.* Научные основы технической эксплуатации текстильных машин: Дис... докт. техн. наук. – Кострома, 1987.

5. *Грошевик Е.А.* Оптимизация процесса технической эксплуатации – важный фактор экономии в системном анализе затрат предприятия // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та – 2013, № 31. С. 3...6.

6. *Агеев А.В., Зосимов М.В., Травин Г.М., Хайлова О.В.* Экономические аспекты управления техническим состоянием технологического оборудования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 1. С.8...11.

REFERENCES

1. Groshevik E.A. Formirovanie sistem tekhnicheskoy ekspluatatsii, adaptivno reagiruyushchih na tekhnicheskij uroven' i sostoyanie oborudovaniya: (Na prim. tekstil. i leg. prom-sti): Dis... kand. tekhn. nauk. – Kostroma, 2000.
2. Travin G.M., Groshevik E.A. Konceptsiya sovershenstvovaniya sistemy tekhnicheskoy ekspluatatsii oborudovaniya tekstil'noj i legkoj promyshlennosti // Sb. st.: Problemy regionovedeniya. Vyp. 2. – Ivanovo: IvGU, 1999. S.274...277.
3. Selivanov A.I. Osnovy teorii stareniya mashin. – M.: Mashinostroenie, 1971.

4. Travin G.M. Nauchnye osnovy tekhnicheskoy ekspluatatsii tekstil'nyh mashin: Dis... dokt. tekhn. nauk. – Kostroma, 1987.
5. Groshevik E.A. Optimizatsiya processa tekhnicheskoy ekspluatatsii – vazhnyj faktor ehkonomii v sistemnom analize zatrat predpriyatiya // Vestnik Kostromskogo gos. tekhnolog. un-ta – 2013, № 31. S. 3...6.
6. Ageev A.V., Zosimov M.V., Travin G.M., Hajlova O.V. Ekonomicheskie aspekty upravleniya tekhnicheskim sostoyaniem tekhnologicheskogo oborudovaniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, № 1. S.8...11.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 16.02.17.

УДК 387.147.88

УПРАВЛЕНИЕ АССОРТИМЕНТОМ НА МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

ASSORTMENT MANAGEMENT ON SMALL BUSINESSES OF LIGHT INDUSTRY IN BASHKIRIA

Р.Ф. КАЮМОВА
R.F. KAYUMOVA

(Уфимский государственный нефтяной технический университет)
(Ufa State Oil Technical University)
E-mail: karuf1@yandex.ru

В статье анализируются основные подходы к формированию ассортимента на малых предприятиях легкой промышленности в Республике Башкортостан. Организация информационно-аналитического маркетингового центра может способствовать более обоснованной ассортиментной политике. Методика поэтапного опроса заказчиков направлена на формирование групп клиентов компании, обладающих сходными потребностями, а также на выработку индивидуальных предложений выделенным клиентам.

The article analyses the main aspects of assortment policy in small business of light industry in Bashkiria. The organization of information analytical and marketing center can assist more reasonable assortment policy. The method of phased survey customers provides the formation of customers with similar needs and development of individual proposals for different clients.

Ключевые слова: маркетинг, легкая промышленность, ассортиментная политика, оперативное управление, информационно-аналитический маркетинговый центр, база данных постоянных клиентов, целевой потребитель.

Keywords: marketing, light industry, assortment policy, operating control, information analytical and marketing center, database of loyal customers, target customer.

Трудности, испытываемые отечественными предприятиями легкой промышленности, связаны с разрывом традиционных экономических связей между ними при переходе к рыночным условиям и с низким уровнем инвестиций. Доля отраслей легкой промышленности России в общем объеме производства ежегодно сокращается. По мере интеграции в мировое экономическое пространство наиболее остро ощущается общая проблема большинства предприятий легкой и текстильной промышленности – низкая конкурентоспособность выпускаемой продукции по сравнению с аналогичными производителями в других странах. В сложившихся условиях на современном рынке одежды, большую долю которого занимает импорт, возможностью для выживания отечественного производителя является совершенствование методов стратегического управления предприятиями. Приказом Минпромторга России № 853 от 24.09.09 "Об утверждении стратегии развития легкой промышленности России на период до 2020 года" предусмотрен переход легкой промышленности на инновационную модель развития.

Аналитики сходятся во мнении, что на современном этапе именно рациональная ассортиментная политика становится основным фактором успешности швейных и текстильных предприятий. При формировании ассортимента продукции и услуг предприятие должно мыслить с позиции потребителей. Формой выражения потребностей является спрос. Спрос на продукцию легкой промышленности глубоко дифференцирован, специфичен в силу смены модных предпочтений и сезонности, сложно предсказуем в связи с тем, что на него влияет множество субъективных факторов. При этом высока вероятность незапланированной покупки. Предприятия работают с потребителем в условиях "быстрой" моды, жизненный цикл производства товаров легкой промышленности все более сокращается [1]. При этом реализуется принцип "от

массовых рынков к рынку одного" [2], то есть становится гораздо эффективнее находить товар, пригодный для индивидуального потребителя. Сегодняшние потребители – люди разборчивые и взыскательные, владеющие полной информацией о производителе. Относительно короткий жизненный цикл товаров и их частая сменяемость усложняют условия формирования ассортимента.

В условиях формирования информационной экономики, направленной на минимизацию вещества и энергии в производстве, распределение и потребление товаров и услуг за счет эффективного использования информационных ресурсов, важнейшее значение имеет информация в области маркетинга [3]. Также важна и маркетинговая компетентность, то есть способность находить, выделять и обрабатывать актуальную информацию и преобразовывать полученную информацию в практические знания [4]. Ассортиментная политика предприятий легкой промышленности не может эффективно работать без информационного поиска и создания развитой информационной базы. Современные методы управления предъявляют высокие требования к точности и своевременности поступления информации [5].

Анализ работы 22 малых швейных и текстильных предприятий Республики Башкортостан, проведенный автором, показал основные подходы к формированию ассортиментной политики в современных условиях. Большинство предприятий отрасли (68 %) используют в своей работе принципы реактивного (оперативного) управления, то есть ориентируются на производство продукции в условиях фиксированных планов и заказов. Прежде всего это гарантированные заказы государства (форменная и школьная одежда), а также заказы отдельных учреждений и предприятий (одежда специального назначения). Эти виды продукции дают стабильную прибыль и обеспечивают быструю оборачиваемость

вложенных средств. Оставшаяся часть предприятий (27 %) строит работу на принципах инактивного управления, которое ориентировано на минимум усилий по завоеванию потребительского рынка. Ассортимент продукции формируется практически стихийно, научно обоснованные методы формирования ассортимента [6] не внедряются. Лишь одно предприятие (5 %) проводит самостоятельные маркетинговые исследования, обобщая материалы, собранные на российских и международных выставках текстиля и одежды. Результаты проведенного анализа представлены на рис. 1 (удельный вес предприятий, использующих менеджмент).



Рис. 1

При этом предприятия проводят работу по формированию "своего" сегмента покупателей, проявляют активный интерес к внедрению в производство изделий из материалов, полученных на основе нанотехнологий, а также новых видов изделий, в частности, детской одежды, формирующей нормальную осанку [7]. С точки зрения исследования интерес представляли заказы, выполненные мелкими и средними партиями. Анализ количества выполненных заказов за 2014 и 2015 гг., в процентах от общего объема выполненной предприятиями работы (рис. 2), показал, что подавляющая доля приходится на изготовление специальной одежды различного назначения, причем с течением времени эта доля возрастает.

Кроме того, сокращается доля школьной формы, так как мелкие предприятия не выдерживают конкуренции с Уфимской трикотажной фабрикой – лидером по изготовлению этого вида продукции в республике.

Также возрастает интерес жителей к мусульманской одежде, как бытовой, так и для исполнения обряда никаха, что сказывается на производственной программе швейных и текстильных предприятий.

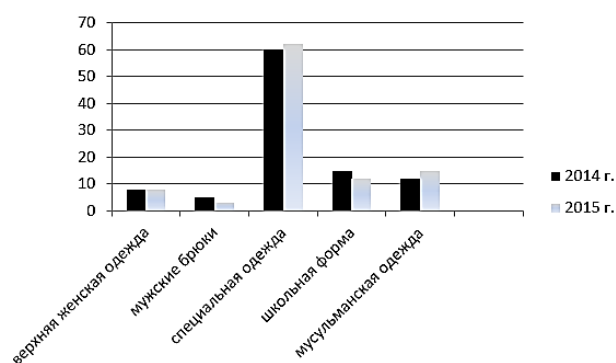


Рис. 2

Обеспечить полноценную картину реального соотношения спроса и предложения продукции швейных и текстильных предприятий, а также возможность мониторинга конъюнктуры рынка швейных и трикотажных изделий может организация информационно-маркетингового центра для проведения оперативного контроля за рынком товаров легкой промышленности и изменениями рыночной конъюнктуры в соответствии с сезоном и тенденциями моды.

В настоящее время в Республике Башкортостан имеются серьезные предпосылки для решения этого вопроса. В Уфимском научном центре Российской академии наук в рамках концепции информатизации муниципальных образований РБ завершена работа по внедрению двухуровневой специализированной информационно-аналитической системы, обеспечивающей проведение мониторинга, накопления и хранения данных по показателям социально-экономического развития муниципальных образований и оценке эффективности их деятельности. Система включает в себя следующие модули: управление аналитическим хранилищем, отображение данных, статистического анализа, прогнозирования и формирования отчетов [8]. Доступ к подобной информации может помочь предприятиям вести более гибкую ассортиментную политику, при которой все запросы потребителей могут быть приняты к производству [9].

Для проведения гибкой ассортиментной политики кроме статистических данных необходима информация, полученная от самого клиента. Наибольшими возможностями реализовать индивидуальный подход к клиентам обладают ателье и мастерские по пошиву и ремонту одежды. В ходе исследований была проанализирована работа 34 ателье и мастерских г. Уфы, проработавших на рынке от одного года до 35 лет. Доля постоянных заказчиков от общего количества заказчиков составляет от 10 до 70% в зависимости от размера и опыта предприятия. При этом в ателье, работающих на рынке услуг более 10...15 лет, доля постоянных клиентов составила от 50 до

70% (табл. 1). Основное внимание при исследовании было уделено вопросам, связанным с наличием постоянных заказчиков на предприятиях и характером работы, направленной на привлечение и удержание постоянных и потенциальных заказчиков. К категории "постоянных" были отнесены клиенты, обратившиеся за услугами более двух раз. Несмотря на то, что доля постоянных клиентов достаточно велика, приток постоянных клиентов происходит практически стихийно, без проведения каких-либо статистических исследований и применения мер привлечения заказчиков. Большинство предприятий (75%) имеют базу данных клиентов.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	Наименование показателей	Предприятия со стажем работы, лет			
		< 2	3...5	5...15	>15
1	Количество предприятий на рынке индустрии моды (всего)	12	10	8	4
2	Количество предприятий, имеющих минимальную базу данных о заказчиках (из имеющихся)	4	8	8	4
3	Количество предприятий, имеющих обратную связь с заказчиками (из имеющихся)	-	1	6	3
4	Доля постоянных заказчиков среди всех имеющихся в базе данных, %	4	10	55	70

П р и м е ч а н и е. Имеющаяся на предприятиях база данных содержит минимальный набор сведений, включая фамилию, имя, отчество, адрес, телефон и количество обращений за услугой.

Для формирования более гибкой ассортиментной политики автором были разработаны анкеты для опроса постоянных клиентов ателье и покупателей одежды в торговых точках, которые содержат три блока вопросов, позволяющих дифференцировать потребителей по демографическим и психографическим показателям, а также выяснить их пожелания по развитию ассортимента товаров или оказываемых услуг. Данные, собранные в анкетах, позволяют сформировать группы клиентов, обладающих сходными потребностями; отслеживать эволюцию жизненных интересов индивидуального покупателя; разрабатывать индивидуальные предложения выделенным клиентам. Эффективная и постоянно пополняемая база данных потенциальных заказчиков дает возможность предприятию удерживать внимание к своим предложе-

ниям, разрабатывать способы стимулирования и поощрения на основе хорошо изученных индивидуальных потребительских предпочтений. Базу данных можно использовать для разработки маркетинговых программ, планирования инноваций в ассортиментной политике, выбора способов продвижения товара. Конечной целью является при этом поддержание продолжительных контактов с потребителями и заключения сделок. При этом увеличение объема контролируемой информации облегчает управление предприятиями легкой промышленности.

В Ы В О Д Ы

1. На основании проведенного анализа ассортиментной политики малых предприятий легкой промышленности Республики Башкортостан было выявлено, что в подав-

ляющем большинстве случаев наблюдается стихийная ассортиментная политика и отсутствие научно обоснованной маркетинговой политики.

2. Сформулировано предложение автора по созданию информационно-аналитического маркетингового центра для проведения оперативного контроля за рынком товаров легкой промышленности и изменениями рыночной конъюнктуры в соответствии с сезоном и тенденциями моды на базе региональной информационно-аналитической системы.

3. Разработана методика составления анкет для формирования базы данных предприятий с целью выявления "постоянных клиентов", которая позволит принимать более обоснованные решения по ассортименту предлагаемых товаров и услуг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kotler P., et al. Marketing moves: A new approach to profit, growth and renewal. – Boston: Harvard Business School Press, 2002.

2. Хайнс Т., Маргарет Брюс. Маркетинг в индустрии моды: комплексные исследования для специалистов отрасли. – Минск: Гревцов Паблшер, 2009.

3. Теория маркетинга: история, методология, концепции, стратегии /Под ред. М.Бейкера. – СПб: Питер, 2002.

4. Аленцев А.М., Аленцева Е.Н. Основные факторы влияния маркетинговой компетентности на эффективность деятельности организации // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1.

5. Леонов С.А. Анализ методов управления сбытовой деятельностью швейного предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, № 4.

6. Каюмова Р.Ф. Формирование ассортиментной политики предприятий индустрии моды в Республике Башкортостан // Дизайн и технологии. – 2011, № 26 (68). С.76.

7. Патент России № 2211651. Корректирующая осанку верхняя одежда / Бикбулатова А.А., Каюмова Р.Ф.; 2011. Бюл. № 25.

8. Мустафин Э.Р. Потенциал – ресурсы – результат // Инновационный Башкортостан. –2010, №2 (5). С. 53.

9. Юхина Е.А., Юхин А.С. Оценка гибкости предприятий при управлении изменениями // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 1. С.18...20.

REFERENCES

1. Kotler P., et al. Marketing moves: A new approach to profit, growth and renewal. – Boston: Harvard Business School Press, 2002.

2. Hajns T., Margaret Bryus. Marketing v industrii mody: kompleksnye issledovaniya dlya specialistov otrasli. – Minsk: Grevcov Pablisher, 2009.

3. Teoriya marketinga: istoriya, metodologiya, koncepcii, strategii /Pod red. M.Bejkera. – SPb: Piter, 2002.

4. Alencev A.M., Alenceva E.N. Osnovnye faktory vliyaniya marketingovoj kompetentnosti na effektivnost deyatelnosti organizacii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2014, № 1.

5. Leonov S.A. Analiz metodov upravleniya sbytovoj deyatelnostyu shvejnogo predpriyatiya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2012, № 4.

6. Kayumova R.F. Formirovanie assortimentnoj politiki predpriyatij industrii mody v Respublike Bashkortostan // Dizajn i tehnologii. – 2011, № 26 (68). S.76.

7. Patent Rossii № 2211651. Korrektiruyushaya osanku verhnyaya odezhd / Bikbulatova A.A., Kayumova R.F.; 2011. Byul. № 25.

8. Mustafin E.R. Potencial – resursy – rezultat // Innovacionnyj Bashkortostan. –2010, №2 (5). S. 53.

9. Yuhina E.A., Yuhin A.S. Ocenka gibkosti predpriyatij pri upravlenii izmeneniyami // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2015, № 1. S.18...20.

Рекомендована кафедрой технологии и конструирования одежды. Поступила 13.11.16.

О НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛАЕНС-КОНТРОЛЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМИ СУБЪЕКТАМИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

ON NECESSITY OF INTRODUCTION OF COMPLIANCE CONTROL ON SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESS

К.А. ХАЛЕЗОВА
K.A. KHALEZOVA

(Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации)
(Financial University under the Government of the Russian Federation)
E-mail: halezova-ksenia@mail.ru

В статье приведено обоснование необходимости внедрения системы комплаенс на предприятиях малого и среднего бизнеса. Рассмотрены причины негативного отношения и отказа малых и средних предприятий от внедрения данной системы, а также представлены возможные положительные результаты внедрения комплаенс-функции в деятельность предприятия. Предложен алгоритм выбора субъектами малого предпринимательства наиболее оптимальной формы организации комплаенс-функции.

The article deals with rationale of necessity of implementing compliance system in small and medium-sized enterprises. The reasons for negative attitude and general trend against introduction of this system into operation of small and medium-sized businesses are given. Positive outcomes of implementation of compliance system are shown. The algorithm on choosing the most optimal organizational form of compliance system by small enterprises is proposed.

Ключевые слова: комплаенс, комплаенс-функция на малых и средних предприятиях, алгоритм выбора формы организации комплаенс-контроля.

Keywords: compliance, compliance-function on small and medium-sized enterprises, algorithm of choice-making process of organizational form of compliance.

Современная экономика России отличается нестабильностью и противоречивостью, что обуславливает высокий уровень различных рисков, которым подвергаются отечественные предприятия в процессе своей деятельности. Данный факт ставит хозяйствующие субъекты перед необходимостью внедрения системы экономической безопасности, которая обеспечит не только снижение величины рисков, но и условия для дальнейшего эффективного функционирования и устойчивого развития предприятия.

Следует отметить, что сейчас обеспечение экономической безопасности невозможно в полной мере без создания эффективной системы комплаенс-контроля [1...7].

Русский термин "комплаенс" происходит от английского слова compliance – согласие, соответствие (to comply – соответствовать). COMPLIANCE является относительно молодым бизнес-направлением в России, начавшим свое становление в 1999 г. в финансовой сфере, когда в указании Банка России от 7 июля 1999 г. №603-У "О порядке осуществления внутреннего контроля за соответствием деятельности на финансовых рынках законодательству о финансовых рынках в кредитных организациях" было дано определение комплаенс-контроля применительно к финансовой сфере [1]. Однако до настоящего времени в российском законодательстве так и не появилось официального определения данной

функции, а у делового сообщества не сложилось единого ее понимания.

На основе изучения мнений различных ученых и практиков автором уже предлагалось следующее уточненное определение комплаенса: "Комплаенс – это система мероприятий, правил и процедур, направленных на обеспечение соответствия деятельности организации требованиям законодательства, отраслевых и внутренних стандартов, инструкций, правил, стандартов саморегулируемых организаций или кодексов поведения, касающихся участников рынка, в целях минимизации и/или исключения комплаенс-рисков применения юридических санкций или санкций регулирующих органов, а также существенного финансового убытка или потери репутации" [6].

Хотелось бы отметить, что на текущий момент система комплаенс-контроля функционирует только на крупных предприятиях, которые уже смогли оценить все преимущества данной системы. На малых и средних российских предприятиях практически невозможно встретить реально действующую комплаенс-функцию.

В чем же заложены причины негативного отношения малых и средних предприятий к системе комплаенс-контроля и их нежелания внедрять данную функцию в свою деятельность? Во-первых, это несовершенство законодательного регулирования, обусловленное отсутствием как нормативно-правовых актов, так и методических разработок и рекомендаций, регламентирующих порядок построения и функционирования большинства видов комплаенс-контроля коммерческих организаций небанковского сектора экономики.

Во-вторых, отсутствие комплексного подхода со стороны органов государственного управления и контроля к продвижению культуры комплаенс для бизнеса. При этом необходимо отметить, что имеющиеся законодательные инициативы (например, ФАС России) носят узконаправленный характер и касаются только отдельных видов комплаенса (а именно: антимонопольного и антикоррупционного) и исключительно для предприятий крупного бизнеса.

В-третьих, недостаточность практического опыта внедрения комплаенса в России. На текущий момент лишь немногие крупные отечественные компании (например, ПАО МТС, ПАО "Камаз") имеют грамотно продуманную работающую систему комплаенса, позволяющую значительно снизить правовые и репутационные риски.

В-четвертых, низкий уровень осведомленности российского малого предпринимательства о сути, назначении, экономических выгодах и результатах применения комплаенса.

И в-пятых, это бытующее в среде представителей малого и среднего бизнеса мнение, что внедрение данной функции вообще не принесет какой-либо пользы в связи с незначительными масштабами деятельности.

Все перечисленные причины в совокупности приводят к полному отказу малого и среднего бизнеса внедрять комплаенс в свою деятельность. Однако ученые и практики [7] считают, что система комплаенс – это мощный инструмент, который позволяет всем хозяйствующим субъектам, независимо от масштабов, видов и сферы их деятельности:

- снижать вероятность применения различных санкций, возникновения финансовых потерь, наступления банкротства;
- предупреждать реализацию рисков потери деловой репутации;
- пресекать факты мошенничества, коррупции и злоупотреблений;
- снижать риски взаимодействия с контрагентами (что является особенно важным для субъектов малого и среднего бизнеса, имеющих большое количество поставщиков и покупателей);
- повышать эффективность деятельности;
- увеличивать стоимость компании и, тем самым, ее инвестиционную привлекательность.

В то же время, несмотря на столь значительные возможности комплаенса, его внедрение на всех без исключения малых и средних предприятиях нецелесообразно, поскольку в ряде случаев затраты на функ-

ционирование данной системы могут существенно превышать ее экономический эффект. Поэтому необходимо определить круг субъектов малого и среднего предпринимательства, для которых обеспечение экономически безопасного функционирования невозможно без внедрения системы комплаенса, а также оценить объем комплаенс-контроля, в котором нуждаются данные предприятия.

Первой категорией малых и средних предприятий, которым необходима постоянно действующая система комплаенс, являются организации, подлежащие обязательному лицензированию. Следует отметить, что лицензируются только те виды деятельности, которые могут нанести ущерб правам, жизни или законным интересам граждан, окружающей среде и т.д. Так, согласно ст. 12 Федерального закона "О лицензировании отдельных видов деятельности" № 99-ФЗ от 04.05.2011 г. (ред. от 29.07.2017 № 216-ФЗ) подлежит обязательному лицензированию деятельность в сфере образования, медицины, фармацевтики, пассажироперевозок и пр. [2]. При этом действие указанного закона не распространяется на предприятия, осуществляющие производство и продажу алкогольных напитков и спиртосодержащей продукции. Лицензирование данных видов деятельности осуществляется в соответствии со ст. 18 Федерального закона "О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции" №171-ФЗ от 22.11.1995 г. (в ред. от 29.07.2017 №278-ФЗ) [3].

Для получения лицензий, а также для продления в дальнейшем срока их действия малым и средним предприятиям необходимо обеспечивать полное соответствие осуществляемых видов деятельности требованиям нормативно-правовых актов. В данном случае именно система комплаенс как управленческая функция будет способствовать снижению уровня комплаенс-рисков, связанных с приостановлением деятельности, аннулированием лицензии, административными штрафами, назначением

выездных проверок контролирующими органами из-за несоблюдения предприятием требований законов, инструкций и различных правил.

Другой категорией субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП), которым требуется система комплаенс, являются организации, чья продукция, услуги, бизнес-процессы или рабочие места подлежат обязательной сертификации, а их деятельность регламентируется определенными стандартами.

Для малого бизнеса подтверждение качества продукции является трудо- и капиталозатратным бизнес-процессом. Именно поэтому внедрение комплаенс-функции, которая была бы способна обеспечить полное соответствие качества выпускаемой продукции (выполняемых работ, оказываемых услуг) стандартам, значительно снизило бы издержки, связанные не только с затратами на сертификацию, но и с потерями времени из-за возможного административного затягивания процесса сертификации.

Следующей категорией малых и средних предприятий, нуждающихся в четко отлаженной системе комплаенс, являются те из них, которые работают или планируют свою деятельность в области выполнения государственных заказов и закупок. В настоящее время объем государственных закупок с каждым годом неизменно возрастает, а законодательные изменения в этой сфере (в первую очередь речь идет об изменениях Федерального закона от 05.04.2013 г. № 44-ФЗ "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд") делают ее привлекательной не только для крупных предприятий, но и для субъектов малого предпринимательства.

Так, в 2016 г. совокупный объем рынка государственных закупок достиг отметки в 6 трлн. руб. При этом если доля федеральных закупщиков составила 2,5 трлн. руб., то по данным Корпорации по развитию малого и среднего предпринимательства объем закупок у малого бизнеса превысил 1,5 трлн. руб.

В соответствии с вышеуказанным законом № 44-ФЗ малым предприятиям оказывается серьезная поддержка, выражающаяся в том, что на государственных и муниципальных заказчиков возложена обязанность осуществления закупок у субъектов малого предпринимательства в объеме не менее чем 15 % от годового объема всех закупок. При этом в дальнейшем предполагается постепенно наращивать квоты на закупки у субъектов МСП до 25% с 2018 г. [5].

Однако, несмотря на увеличивающиеся возможности участия малых предприятий в процессе госзакупок, для того, чтобы выиграть тендер и получить необходимый объем поддержки государства малое предприятие должно не только предложить наиболее выгодные для заказчиков условия, но и иметь имидж предприятия, которое неукоснительно соблюдает законодательство.

Далее отметим, что элементы системы комплаенс необходимы и хозяйствующим субъектам, по специфике своей деятельности имеющим значительное количество контрагентов (как поставщиков и подрядчиков, так и покупателей, заказчиков). Наличие у предприятий малого и среднего бизнеса множества хозяйственных связей

повышает уровни риска финансовых потерь и правовых санкций (например, при некорректном выполнении условий договора и т.д.).

Таким образом, можно сделать вывод, что круг субъектов малого и среднего предпринимательства, нуждающихся во внедрении в деятельность элементов комплаенс-контроля достаточно широк, что подтверждает необходимость разработки для них методик функционирования комплаенса.

Из-за ограниченности финансовых ресурсов субъектам МСП в первую очередь необходимо выбрать форму осуществления комплаенс-контроля, которая бы обеспечила максимальную защиту от комплаенс-рисков при минимальных затратах на внедрение данной системы, то есть оптимизировать соотношение затрат и выгод от ее функционирования. В связи с этим автором предлагается алгоритм, который позволит малым и средним предприятиям выбрать и обосновать наиболее оптимальную форму организации системы комплаенс-контроля (рис. 1 – обоснование выбора субъектами малого и среднего предпринимательства формы организации системы комплаенс-контроля).



Рис. 1

Рассмотрим более подробно данный алгоритм. В первую очередь необходимо отметить, что объем комплаенс-контроля и способ организации системы комплаенс на малом предприятии зависит от необходимости ее постоянного функционирования.

Если руководство хозяйствующего субъекта считает, что необходимость комплаенс-контроля на постоянно действующей основе отсутствует, то для решения отдельных вопросов (например, для разработки локальных нормативных актов или

налаживания системы управления правовыми рисками) можно рекомендовать использование услуг комплаенс-аутсорсинга.

В противном случае (когда очевидна потребность в постоянном комплаенс-контроле) малому предприятию необходимо оценить свои финансовые возможности для внедрения рассматриваемой управленческой функции. При этом создание самостоятельного подразделения комплаенс-контроля является целесообразным только тогда, когда получаемые экономические выгоды превысят затраты на его функционирование. Если же эффективность внедрения отдельного подразделения можно поставить под сомнение, то более рациональным является делегирование функций комплаенс-контроля одному сотруднику предприятия – комплаенс-менеджеру.

Однако если передача всего объема комплаенс-функции одному сотруднику невозможна (в том числе в связи с множественностью решаемых проблем и недостаточным уровнем компетентности работника в отдельных вопросах), то обязанности по контролю за соблюдением законодательства и минимизации рисков следует вменить всем сотрудникам компании в рамках их должностных полномочий или использовать для этого ко-сорсинг (при котором решение спорных вопросов и внесение корректировок и изменений делегируется на внешних экспертов-консультантов).

В заключение отметим, что невозможно предложить единую модель организации комплаенса, одинаково отвечающую потребностям всех предприятий малого и среднего бизнеса. Такая модель обязательно должна учитывать отраслевую принадлежность организации, ее масштабы, долю на рынке, а также имеющиеся ресурсы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, несмотря на дефицит финансовых и трудовых ресурсов, комплаенс-контроль необходим для внедрения на большинстве субъектов МСП. Отсутствие комплаенса может иметь серьезные, а ино-

гда и губительные коммерческие последствия для них. Однако в отличие от крупных предприятий субъектам малого и среднего бизнеса необходимо более тщательно подходить к выбору наиболее эффективной формы системы комплаенса для снижения возможных размеров финансового ущерба, для укрепления деловой репутации, повышения устойчивости к рискам и угрозам, достижения большей конкурентоспособности на рынке. При этом следование предложенному алгоритму позволит добиться оптимального соотношения качества системы защиты от рисков и затрат на ее внедрение и функционирование, что обеспечит стабильность бизнеса и будет свидетельствовать о зрелости хозяйствующего субъекта, его готовности следовать букве закона.

ЛИТЕРАТУРА

1. О порядке осуществления внутреннего контроля за соответствием деятельности на финансовых рынках законодательству о финансовых рынках в кредитных организациях. Указание Банка России от 07.07.1999 № 603-У [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_23696/ (дата обращения 01.09.2017).
2. О лицензировании отдельных видов деятельности. Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ (в ред. от 29.07.2017 № 216-ФЗ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113658/ (дата обращения 06.09.2017).
3. О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции. Федеральный закон от 22.11.1995 № 171-ФЗ (в ред. от 29.07.2017 № 278-ФЗ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8368/ (дата обращения 09.09.2017).
4. Законодательство по сертификации. Официальный сайт компании Сертификация Сервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.c-sm.ru/laws> (дата обращения 11.09.2017).
5. Малый бизнес видит перспективы развития госзакупок, несмотря на временные сложности [Электронный ресурс]. – ТАСС. Информационное агентство России [сайт]. – 16.11.2016. – Режим доступа: <http://tass.ru/msp-analitika/3780846> (дата обращения 21.09.2017).
6. Халезова К.А. Налоговый комплаенс как способ обеспечения налоговой безопасности предприятия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 2. С. 28...34.

7. Комплаенс-программа организации: практ. руководство / В. Черепанова. – М.: ИНФРА-М, 2017.

REFERENCES

1. О порядке осуществления внутреннего контроля за соответствием деятельности на финансовых рынках законодательству о финансовых рынках в кредитных организациях. Указание Банка России от 07.07.1999 № 603-У [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_23696/ (data obrasheniya 01.09.2017).

2. О лицензировании отдельных видов деятельности. Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-FZ (в ред. от 29.07.2017 № 216-FZ) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_113658/ (data obrasheniya 06.09.2017).

3. О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции. Федеральный закон от 22.11.1995 № 171-FZ (в ред. от 29.07.2017 №278-FZ) [El-

ektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8368/ (data obrasheniya 09.09.2017).

4. Zakonodatelstvo po sertifikacii. Oficialnyj sayt kompanii Sertifikaciya Servis [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.c-sm.ru/laws> (data obrasheniya 11.09.2017).

5. Malyj biznes vidit perspektivy razvitiya goszakupok, nesmotrya na vremennye slozhnosti [Elektronnyj resurs]. – TASS. Informacionnoe agentstvo Rossii [sajt]. – 16.11.2016. – Rezhim dostupa: <http://tass.ru/msp-analitika/3780846> (data obrasheniya 21.09.2017).

6. Halezova K.A. Nalogovyj komplajns kak sposob obespecheniya nalogovoj bezopasnosti predpriyatiya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2016, № 2. S. 28...34.

7. Komplajns-programma organizacii: prakt. rukovodstvo / V. Cherepanova. – М.: INFRA-М, 2017.

Рекомендована кафедрой анализа рисков и экономической безопасности. Поступила 09.10.17.

УДК 339.5

К ВОПРОСУ О ТАРИФНОМ И НЕТАРИФНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ ВВОЗА ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

TO THE QUESTION OF TARIFF AND NON-TARIFF REGULATION OF IMPORT OF TEXTILE PRODUCTS

И.В. ПОГОДИНА, С.Н. МАМЕДОВ
I.V. POGODINA, S.N. MAMEDOV

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)
E-mail: sabir-40@mail.ru

В статье анализируется ситуация по ввозу текстиля и текстильных изделий из стран дальнего зарубежья. Предлагаются меры для обеспечения экономической безопасности отрасли легкой (текстильной) промышленности России. Делается вывод о необходимости государственной поддержки таможенно-тарифными способами и путем введения нетарифных барьеров рассматриваемого сектора промышленности.

The article examines the situation on the import of textiles and textile products from foreign countries. Measures to ensure the economic safety of the branch light (textile) industry. The conclusion about need of the state support of the customs tariff ways and by introducing non-tariff barriers under consideration industry sector.

Ключевые слова: текстильная промышленность, таможня, экономическая безопасность, импорт текстильной продукции.

Keywords: textile industry, customs, economic security, textile import.

Лидерами текстильной промышленности в настоящее время являются Китай, страны Азии (например, Турция). В период до 2020 г. производство продукции и рынки этих стран (по оценке экспертов) составят большую часть мировой экономики и дадут заметно более высокую долю роста дохода по сравнению с экономиками США и стран Европы.

Россия, к сожалению, не входит ни в число ведущих производителей, ни в число крупнейших импортеров текстильной продукции. В последние годы зарубежные текстильные компании успешно занимают сегменты отечественного рынка, что оказывает негативное влияние на российскую экономику.

Текстильные изделия и обувь в 2017 г. составляли около 6% объема импорта из стран дальнего зарубежья. При этом стоимостной и физической объемы импорта этих товаров заметно (более чем на 10 %) растут в сравнении с прошедшими годами [9]. В 2017 г. импорт текстильных изделий и обуви увеличился на 36,2 %. Причем увеличение произошло именно в сегменте одежды [8].

Таким образом, проблемы ввоза текстильной продукции на территорию РФ, варианты регулирования/ограничения ввоза товаров по товарным позициям 50-67 ТН ВЭД ЕАЭС (Текстиль, текстильные изделия и обувь), меры регулирования объемов ввоза являются актуальными. Представляется, что применяемых мер тарифного и нетарифного регулирования недостаточно для обеспечения экономической безопасности отечественных производителей текстильных изделий. Существующие меры не служат надлежащими барьерами для снижения потоков текстиля и текстильных изделий на территорию страны. Необходимо рассмотреть варианты ограничения ввоза текстильных товаров из-за рубежа и поддержки отечественных производителей.

Основными зарубежными конкурентами на российском рынке товаров текстильной промышленности являются Китай и Турция. Крупнейшим импортером готовой одежды из Турции в Россию является Inditex (бренды Zara, Bershka и др.).

Среди других крупных импортеров такие бренды, как Lacoste, Adidas, Mango и пр.

Часть крупных ретейлеров, работающих в России, не используют турецкий текстиль – это O'stin, "Спортмастер", "Твое", "Кенгуру", Melon Fashion Group (Love Republic, Zarina, befree), Familia, Baon, "Gloria Jeans". У компании Baon основное производство сосредоточено в Азии (Китай, Вьетнам), лишь небольшая часть отшивается/вяжется в России – это трикотажные аксессуары (шапки, шарфы). Похожая ситуация и у Gloria Jeans.

Небольшие предприятия страны также ввозят текстиль из Турции. Показательным примером может служить ООО "Паустовская ткацкая фабрика" (Владимирская область, Вязниковский район). Данное предприятие занимается производством тканей и имеет собственное текстильное оборудование (ткацкое оборудование). Весь текстиль, необходимый для производства, фабрика закупает в Турции.

Ткани и текстиль не вошли в список товаров, импорт которых из Турции был запрещен 1 января 2016 г., но высказывались мнения, что "...на практике таможенные органы создают препятствия для осуществления коммерческой деятельности компаний в России" [10]. В Министерстве промышленности и торговли РФ предложили запретить ввоз 70...80% товаров легкой промышленности из Турции. По словам заместителя главы Минпромторга В. Евтухова, такие меры будут способствовать развитию отечественных производителей [7].

На сегодняшний день Турция остается одним из самых важных поставщиков товаров легкой промышленности. Данная страна занимает второе место после Китая по импорту текстильной продукции в Россию. Однако Турция более (чем Китай) адаптирована к работе с отечественным малым и средним бизнесом.

Основными текстильными товарами, импортируемыми из Турции в Россию, являются следующие: предметы одежды и принадлежности, трикотажные (37,1%), предметы одежды и принадлежности, кроме трикотажных (33,4%), вата/войлок (6%), хлопок (5,8%). Турция поставляет в

Россию ткани и текстильные товары, кожу и кожаные изделия, меховые изделия, одежду из текстиля, обувь.

Импортозамещение российским продуктом в данной сфере пока невозможно. Российские производители, которые делают качественную продукцию, еще не имеют достаточных мощностей для того, чтобы обеспечить потребности страны [6].

Как известно, в России хорошо налажено чулочно-носочное производство. Развивается производство и более сложных вещей, но темпы развития пока не такие, как в Китае и в той же Турции. В любом случае, товары, произведенные в России, будут дороже, чем одежда из Бангладеш, Китая или Филиппин. В ближайшие пять лет российское производство текстильной продукции преимущественно останется в среднем ценовом сегменте. Однако возможно увеличение доли российских товаров в отдельных товарных категориях, где российское производство исторически сильное и где сохранились крупные предприятия с хорошими традициями, например, мужские костюмы (Псковская швейная фабрика "Славянка", ПАО Швейная фирма "Айвенго" (г. Иваново), АО "Сударь" (г. Ковров)). В этих категориях российское производство может предлагать конкурентоспособный продукт и в массовом бюджетном сегменте.

Отечественное производство, по данным Российского союза предпринимателей текстильной и легкой промышленности, с каждым годом значит все больше. Уже в 2015 г. выпуск одежды в России возрос на 14% и достиг 243 млрд. руб. В 2016 г. рост составил 15%. По данным отраслевых экспертов в швейном производстве впервые с начала 90-х гг. заметен дефицит рабочих рук. В 2016 г. российская текстильная промышленность выпустила 142 млн. погонных метров разнообразной одежды из трикотажа, 127 млн. – из остальных видов ткани [5].

Согласно стратегии развития легкой промышленности до 2020 г. доля производства российской одежды и обуви должна составить 50%. Чтобы производство развивалось быстрее, государство выделило финансовую помощь. Однако, прежде чем развивать выпуск одежды,

необходимо наладить базу, собственный выпуск качественных тканей [4].

Таким образом, меры тарифного и нетарифного регулирования в настоящее время востребованы как никогда для того, чтобы повлиять на ввоз текстиля и изделий из него.

Однако, прежде чем вводить ограничения указанного характера для ввоза текстиля и текстильных изделий из Турции и Китая, следует изучить опыт зарубежных стран. Например, в 2006 г. ЮАР ввела квоты на импорт одежды и текстильных изделий из Китая. Экономические выгоды и политические последствия этого шага правительства оказались неоднозначными. Исследователи вопроса пришли к выводу, что вопреки мотивам, по-видимому, лежащим в основе реализации квоты, макроэкономические, отраслевые и бытовые эффекты оказались отрицательными и привели к большому неравенству между хозяйствующими субъектами. Политические последствия введения квот вообще рассматриваются как ошибка политики [3].

Опыт США, проанализированный Патриком Конвэем, показывает, что отмена квот на текстильные изделия повлекла за собой закрытие заводов внутри страны и падение внутренних цен [2].

Опыт самого Китая свидетельствует о том, что импорт продукции в основном увеличивается из-за сокращения тарифов. Как тарифная, так и лицензионная либерализация приводят к увеличению числа стран (фирм) и среднего объема импорта по стране (фирме). Ликвидация (сокращение) квоты подразумевает импорт из большего количества стран. Установлено, что защита нетарифными мерами дополняет тарифную защиту и дискриминирует иностранные фирмы. Исследование эффективности различных инструментов торговой политики на китайском импорте на уровне продукта за период 2000-2006 гг. было проведено Мишелем Имбруно [1].

В частности, в дополнение к снижению тарифов было рассмотрено влияние на импорт постепенного устранения нетарифных барьеров, как это было согласовано в протоколе присоединения к ВТО в 2001 г. (например, квоты на импорт, лицензии и

требования к тендерам). Был сделан вывод, что импорт в основном увеличивается из-за сокращения тарифов, ликвидация квот связана с перераспределением импорта по более широкому кругу стран, тогда как либерализация торгов связана с перераспределением импорта из стран ОЭСР в страны, не входящие в ОЭСР. Представляется, что опыт Китая мог бы быть полезен для России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Имбруно Мишель*. Китай и либерализация ВТО: импорт, тарифы и нетарифные барьеры // Китайский экономический обзор. – 2016, апрель. Т.38. С. 222...237.

2. *Конвей Патрик*. Либерализация торговли в текстильной промышленности: последствия для политики в конкурирующей с импортом промышленности // Журнал моделирования политики. – 2009, сентябрь-октябрь. Т. 31, вып. 5. С. 664...680.

3. *Науде Вим*. Южноафриканские квоты на импорт текстиля из Китая: ошибка политики? // Журнал моделирования политики. – 2008, сентябрь-октябрь. Т. 30, вып. 5. С. 737...750.

4. *Котегова Л.А., Зайцева И.А., Колесникова О.С., Мишунова И.В.* Состояние и возможные направления развития текстильной промышленности в России // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №5.

5. Легпром встает на крыло. Сайт Российского Союза предпринимателей текстильной и легкой промышленности. Режим доступа: <http://www.souzlegprom.ru/ru/press-tsentr/publikatsii/2819-legprom-vstaet-na-krylo.html>. Дата обращения 01.08.2017 г.

6. *Марченко А.А., Павленко С.О., Омарова Н.Ю.* Проблемы и перспективы импортозамещения в текстильной промышленности России // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №5.

7. Медведеву пожаловались на "негласный запрет" на ввоз турецкого текстиля. Сайт РБК. Режим доступа: <http://www.rbc.ru/business/23/12/2015/567a56699a794729bf2f7469>. Дата обращения: 03.08.2017 г.

8. Официальный сайт ФТС России. Режим доступа: http://customs.ru/index2.php?option=com_content&view=article&id=25507&Itemid=1976//. Дата обращения: 03.08.2017 г.

9. Официальный сайт ФТС России. Товарная структура импорта Российской Федерации со всеми странами январь - май 2017 г. Данные рассчитаны по официальным данным таможенной статистики. Режим доступа: http://customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=13858&Itemid=2095. Дата обращения: 03.08.2017 г.

10. По сообщению газеты "Коммерсантъ", ссылаясь на письмо зампреда комитета Госдумы по

конституционному законодательству и государственному строительству В. Соловьева премьер-министру Д. Медведеву и главе Минпромторга Д. Мантурову. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/2883587>. Дата обращения: 03.08.2017 г.

REFERENCES

1. Imbruno Mishel. Kitaj i liberalizaciya VTO: import, tarify i netarifnye barery // Kitajskij ekonomicheskij obzor. – 2016, aprel. T.38. S. 222...237.

2. Konvej Patrik. Liberalizaciya trgovli v tekstilnoj promyshlennosti: posledstviya dlya politiki v konkuriruyushej s importom promyshlennosti // Zhurnal modelirovaniya politiki. – 2009, sentyabr-oktyabr. T.31, vyp. 5. S. 664...680.

3. Naude Vim. Yuzhnoafrikanskije kvoty na import tekstilya iz Kitaya: oshibka politiki? // Zhurnal modelirovaniya politiki. – 2008, sentyabr-oktyabr. T.30, vyp. 5. S. 737...750.

4. Kotegova L.A., Zajceva I.A., Kolesnikova O.S., Mishurova I.V. Sostoyanie i vozmozhnye napravleniya razvitiya tekstilnoj promyshlennosti v Rossii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2016, №5.

5. Legprom vstaet na krylo. Sajt Rossijskogo Soyuza predprinimatelej tekstilnoj i legkoj promyshlennosti. Rezhim dostupa: <http://www.souzlegprom.ru/ru/press-tsentr/publikatsii/2819-legprom-vstaet-na-krylo.html>. Data obrasheniya 01.08.2017 g.

6. Marchenko A.A., Pavlenko S.O., Omarova N.Yu. Problemy i perspektivy importozamesheniya v tekstilnoj promyshlennosti Rossii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2016, №5.

7. Medvedevu pozhalovalis na "neglasnyj zapret" na vvoz tureckogo tekstilya. Sajt RBK. Rezhim dostupa: <http://www.rbc.ru/business/23/12/2015/567a56699a794729bf2f7469>. Data obrasheniya: 03.08.2017 g.;

8. Oficialnyj sayt FTS Rossii. Rezhim dostupa: http://customs.ru/index2.php?option=com_content&view=article&id=25507&Itemid=1976//. Data obrasheniya: 03.08.2017 g.

9. Oficialnyj sayt FTS Rossii. Tovarnaya struktura importa Rossijskoj Federacii so vsemi stranami yanvar - maj 2017 g. Dannye rasschitany po oficialnym dannym tamozhennoj statistiki. Rezhim dostupa: http://customs.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=13858&Itemid=2095. Data obrasheniya: 03.08.2017 g.

10. Po soobsheniyu gazety "Kommersant", ssylayas na pismo zampreda komiteta Gosdumy po konstitucionnomu zakonodatelstvu i gosudarstvennomu stroitelstvu V. Soloveva premer-ministru D. Medvedevu i glave Minpromorga D. Manturovu. Rezhim dostupa: <https://www.kommersant.ru/doc/2883587>. Data obrasheniya: 03.08.2017 g.

Рекомендована кафедрой финансового права и таможенной деятельности. Поступила 09.11.17.

**ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ АКТИВОВ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА**

**PROBLEMS OF ASSETS VALUATION
OF INDUSTRIAL ENTERPRISES
IN THE CONDITIONS OF THE ECONOMIC CRISIS**

М.А. ФЕДОТОВА, А.А. БАКУЛИНА
M.A. FEDOTOVA, A.A. BAKULINA

(Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации)
(Financial University under the Government of the Russian Federation)
E-mail: abakulina@fa.ru, mfedotova@fa.ru

В статье рассматриваются вопросы оценки стоимости импортных активов промышленных предприятий, подлежащих замещению отечественными аналогами. Объектом исследования явились предприятия текстильной и оборонной промышленности. Авторами выявлено, что существующие методы прогнозирования денежных потоков для оценки инвестиций могут давать завышенные результаты, чистая приведенная стоимость проекта может быть завышена. Предложена методика оценки инвестиций на основе упущенной выгоды, которую предприятие теряет в результате отказа от импортных аналогов и, как следствие, от производства продукции.

The article deals with the valuation of imported industrial assets that have to be replaced by domestic counterparts. The object of the study were the textile and defense industry. The authors found that the existing methods of forecasting cash flows to assess the investment might give overestimated results; the net present value of the project can be overstated. The method of valuation of investments based on lost profits, which the company loses due to the failure of the imported counterparts and, as a consequence, of the production.

Ключевые слова: оценка стоимости активов, текстильная промышленность, оборонная промышленность, оптимизация затрат.

Keywords: valuation of assets, the textile industry, defense industry, cost optimization.

Промышленные предприятия ощущают на себе наибольший эффект от рецессивного характера экономики, вызванного рядом факторов, включающих как внутренние – устаревание основных фондов, зависимость от импортного сырья и производственных мощностей, так и внешние – экономические санкции и торговые ограничения, опосредующие закрытие доступа к зарубежному "дешевому" финансированию и технологиям. Как следствие, отечественные предприятия сталкиваются с необходи-

мостью стимулирования развития собственного производства с тем, чтобы снизить зависимость от импорта и покрыть дефицит продукции, образовавшийся ввиду ограничения присутствия зарубежных конкурентов.

В условиях экономического кризиса и внешнеполитической нестабильности промышленные предприятия вынуждены прерывать отношения с зарубежными партнерами и стимулировать собственные научно-исследовательские и опытно-конструктор-

ские работы, направленные на замещение импортных составляющих. Такие инвестиционные проекты необходимо оценивать не только с точки зрения гипотетических денежных потоков, прогнозируемых аналитиками, но и с точки зрения фактической упущенной выгоды, которую предприятия несут уже сейчас и будут нести до выхода поступления импортозамещающего отечественного аналога на предприятие.

Это связано прежде всего с необходимостью оценки реального вклада того или иного продукта в выручку предприятия. Формирование предприятий, производственные мощности которых будут превышать объем спроса на рынке на такую продукцию, рискуют быть убыточными, неэффективными и, как следствие, будут требовать последующей реструктуризации.

Так, в области текстильной промышленности политика импортозамещения за последний год набирает обороты – осуществляется строительство комбината по производству синтетического волокна в Ивановской области [2], на завершающем этапе строительства находится предприятие, которое будет производить текстильное полотно, "Текстиль Индустрия" в Кабардино-Балкарии [1]. Регионы дислокации инновационных предприятий выбираются с учетом инновационного потенциала субъекта, оценка которого также часто носит субъективный характер [3]. При этом текстильное оборудование по-прежнему закупается за рубежом. Оборудование, используемое в текстильной отрасли, в 90% случаев зарубежное [4].

Как следствие, встает вопрос оценки эффективности инвестиций. Традиционные инвестиционные показатели – чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности, период окупаемости инвестиций не всегда дают полную картину, основываясь на прогнозах денежных потоков инвестиционных аналитиков, заинтересованных в основном в реализации предложенного проекта.

По нашему мнению, необходимо осуществлять анализ инвестиционных проектов импортозамещающего содержания на основании отчетных данных. Например,

при выходе из строя той или иной импортной техники и при отсутствии возможности продолжения производства продукции до внедрения отечественного аналога предприятие будет нести убытки в размере потери доли рынка, затрат на оплату труда рабочих, складских затрат и прочее. Стоимость замены импортных производственных мощностей в данном случае будет выражаться упущенной выгодой, которую предприятие могло бы получить в случае непрерывного производства, что и представлено в формуле (1):

$$I_v = \sum_{i=0}^n \frac{NP_t}{(1+r_1)^t} + \sum_{i=0}^n \frac{C_t}{(1+r_2)^t}, \quad (1)$$

где I_v – максимальная стоимость инвестиций в разработку и внедрение отечественных аналогов; NP_t – чистая прибыль, которая могла бы быть получена при непрерывной реализации продукции с учетом рыночных флуктуаций; C_t – затраты, связанные с простым мощностей (оплата труда, складские затраты и др.); r_1, r_2 – ставки дисконтирования, рассчитанные для соответствующих величин.

Как следствие, появляется возможность оценки максимальных инвестиций, необходимых для замены зарубежного оборудования отечественным на основе реальных рыночных данных. Реальная упущенная выгода позволяет сделать вывод о целесообразности импортозамещения. В случае нецелесообразности таких инвестиций необходимо обеспечить рост доли предприятия на рынках хозяйствования, что приведет к росту значимости продукции для предприятия и обеспечит рентабельность инвестиций.

Однако данная формула имеет место быть для текстильной промышленности и других отраслей с низким влиянием со стороны государства. Для отраслей, доля государства в которых высока, ее необходимо уточнить. Так, для оборонной промышленности импортозамещение является не только экономической проблемой, но и проблемой национальной безопасности, суверенитета страны и опосредует возможность соблюдать геополитические инте-

рессы на мировой арене. Для оборонной промышленности формула примет следующий вид:

$$I_v = \sum_{i=0}^n \frac{NP_t}{(1+r_1)^t} + \sum_{i=0}^n \frac{C_t}{(1+r_2)^t} + g, \quad (2)$$

где g представляет собой денежные средства, полученные от государства на импортозамещение производственных мощностей. Показатель NP_t рассчитывается исходя из государственных оборонных контрактов и других оборонных контрактов, осуществление которых станет невозможно без замены импортного образца отечественным аналогом. Также следует отметить необходимость учета в показателе C_t затрат на содержание мобилизационных мощностей, санкций за невыполнение оборонных контрактов и других, характерных непосредственно для оборонной промышленности.

ВЫВОДЫ

В результате выполненной работы авторы считают необходимым введение дополнительных показателей для оценки целесообразности импортозамещения в текстильной и оборонной отраслях промышленности. Выведены формулы, позволяющие рассчитать предлагаемые показатели на основе данных отчетности.

ЛИТЕРАТУРА

1. В КБР возводится текстильный гигант [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://importozamechenie.ru/v-kbr-vozvoditsya-tekstilnyj-gigant/> - Импортозамещение.ру - (Дата обращения: 01.06.2016)

2. Минпромторг России: Комбинат синтетического волокна в Ивановской области станет локомотивом отечественной легкой промышленности

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://importozamechenie.ru/minpromtorg-rossii-kombinat-sinteticheskogo-voлокna-v-ivanovskoj-oblasti-stanet-lokomotivom-otchestvennoj-legkoj-promyshlennosti/> - Импортозамещение.ру - (Дата обращения: 01.06.2016)

3. Пивоварова М.А., Аляутдинов Н.Ф. Особенности диагностики инновационного потенциала общества // Сб. научн. ст. 4-й Междунар. научн.-практ. конф.: Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития. В 2-х томах. – 2014. С. 88...92.

4. Россия закупит текстильное оборудование на 1,5 млрд рублей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://importozamechenie.ru/rossiya-zakupit-tekstilnoe-oborudovanie-na-15-mlrd-rublej/> - Импортозамещение.ру - (Дата обращения: 01.06.2016)

REFERENCES

1. V KBR vozvoditsya tekstilnyj gigant [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://importozamechenie.ru/v-kbr-vozvoditsya-tekstilnyj-gigant/> - Importozameshenie.ru - (Data obrasheniya: 01.06.2016)

2. Minpromtorg Rossii: Kombinat sinteticheskogo volokna v Ivanovskoj oblasti stanet lokomotivom otechestvennoj legkoj promyshlennosti [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://importozamechenie.ru/minpromtorg-rossii-kombinat-sinteticheskogo-voлокna-v-ivanovskoj-oblasti-stanet-lokomotivom-otchestvennoj-legkoj-promyshlennosti/> - Importozameshenie.ru - (Data obrasheniya: 01.06.2016)

3. Pivovarova M.A., Alyautdinov N.F. Osobennosti diagnostiki innovacionnogo potenciala obshestva // Sb. nauchn. st. 4-j Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.: Issledovanie innovacionnogo potenciala obshestva i formirovanie napravlenij ego strategicheskogo razvitiya. V 2-h tomah. – 2014. S. 88...92.

4. Rossiya zakupit tekstilnoe oborudovanie na 1,5 mlrd rublej [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://importozamechenie.ru/rossiya-zakupit-tekstilnoe-oborudovanie-na-15-mlrd-rublej/> - Importozameshenie.ru - (Data obrasheniya: 01.06.2016)

Рекомендована кафедрой менеджмента и маркетинга. Поступила 20.06.16.

УДК 675.92.035

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ
НЕТКАНЫХ ИГЛОПРОБИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ РАСТЯЖЕНИИ***

**MODELING OF STRENGTH PROPERTIES
IN TENSION NON-WOVEN NEEDLE-PUNCHED MATERIAL**

А.В. ДЕДОВ, В.Г. НАЗАРОВ
A.V. DEDOV, V.G. NAZAROV

(Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова)
(Moscow State University of Printing Arts named after Ivan Fedorov)
E-mail: dedovs@rambler.ru

Разработана модель для прогнозирования напряжения при разрыве и удлинения при разрыве иглопробивных нетканых материалов различной поверхностной и объемной плотности удельного объема пор иглопробивных материалов. При расчете напряжения при разрыве модель имеет ограниченное применение и используется для прогнозирования прочности материалов при определенном значении удельного объема пор, которая меньше удельного объема пор волокнистого холста. Расчет удлинения при разрыве не имеет ограничения. Удельный объем пор отражает формирование структурных элементов материалов в процессе прокалывания, которыми являются пучки, а также активные и пассивные волокна.

A model is developed to predict the stress at break and elongation at break of needle-punched non-woven materials of different surface and volume density from their specific pore volume. When calculating the stress at rupture model has limited application and is used to predict the strain at break of the material specific values of specific pore volume, which is approaching a specific pore volume of the fibrous canvas. The calculation of the elongation at break has no limits. The proposed structural parameter reflects the changing patterns in the process of perforation, and the formation of associated bundles of fibers and between the fibers.

Ключевые слова: нетканый иглопробивной материал, напряжение при разрыве, удлинение при разрыве, удельный объем пор, модель.

Keywords: non-woven needle-punched material, the stress at break, elongation at break, specific pore volume, the model.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ, гос. задание №11.1087.2014/К.

Прочностные характеристики при растяжении нетканых иглопробивных материалов являются нормированными показателями, определяющими целевое назначение материала [1], [2]. Очевидно практическое значение прогнозирования прочностных характеристик и определение зависимости прочностных характеристик от структуры материалов.

Ранее выполненные исследования [3] показали низкую эффективность оценки прочности иглопробивных материалов при использовании нормированного показателя нагрузки при разрыве, которая зависит от комбинации показателей поверхностной и объемной плотности. В то же время использование для этой цели напряжения при разрыве ограничено низким сопротивлением материалов сжатию под действием механической нагрузки измерительного устройства. Сжатие материалов под действием измерительного устройства приводит к ошибке определения толщины полотна и влияет на расчет площади поперечного сечения образца и соответственно условного напряжения при разрыве. Однако толщина нетканых материалов определяется при нормированной нагрузке измерительного устройства [1], поэтому ошибка измерения толщины при использовании отрегулированного измерительного устройства является величиной постоянной, а полученные данные могут использоваться для расчета напряжения при разрыве. Целью работы являлась разработка модели для прогнозирования условного напряжения при разрыве нетканых иглопробивных материалов различной поверхностной и объемной плотности.

В качестве объектов исследования использовали нетканые иглопробивные материалы, изготовленные из полиэфирного волокна (ТУ 6-13-0204077-95-91) линейной плотностью 0,33 текс. Волокнистые холсты получали механическим способом формирования на линии Дило (Германия). Структуру материалов различной поверхностной и объемной плотности варьировали плотностью основного прокалывания, которую изменяли от 120 до 240 см⁻² при действии игл с одной стороны и постоянной протяжке

полотна, равной 50%. Плотность прокалывания была меньше критической величины, выше которой происходит разрыв волокон и уменьшение прочности. Поверхностную плотность материалов изменяли от 150 до 650 г/м², а объемную плотность – от 90 до 130 кг/м³.

Исследованы зависимости прочностных характеристик, в качестве которых использовали условное напряжение при разрыве (σ , МПа) и относительное удлинение при разрыве (ε , %), от различных структурных параметров материалов. Оптимальной является модель, уравнение которой отражает зависимость прочностных характеристик от удельного объема пор (V_M , м³/кг), который рассчитывается как отношение истинного объема пор к массе образца [4], [5]. Зависимости условного напряжения при разрыве и относительного удлинения при разрыве от удельного объема пор нетканых материалов различной объемной и поверхностной плотности представлены на рис. 1 (зависимости условного напряжения при разрыве от удельного объема пор в продольном (1) и поперечном (2) направлениях нетканого иглопробивного материала) и рис. 2 (зависимости относительного удлинения при разрыве от удельного объема пор в продольном (1) и поперечном (2) направлениях нетканого иглопробивного материала).

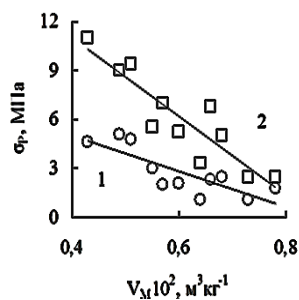


Рис. 1

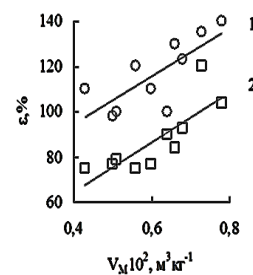


Рис. 2

В продольном и поперечном направлениях материалов различной поверхностной и объемной плотности зависимости условного напряжения при разрыве и относительного удлинения при разрыве от удельного объема пор имеют линейный вид

(рис.1 и 2) и подчиняются следующим уравнениям:

$$\sigma = \sigma_0 - k_\sigma V_M, \quad (1)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + k_\varepsilon V_M, \quad (2)$$

где σ_0 и ε_0 – соответственно условное напряжение при разрыве (МПа), и относительное удлинение при разрыве (%), при выполнении условия $V_M=0$, σ_0 и ε_0 отражают прочностные характеристики монолитного материала с максимальной плотностью упаковки волокон, ориентированных в определенном направлении полотна; k_σ и k_ε – коэффициенты размерности МПа/(м³/кг) и %/(м³/кг), соответственно отражающие условное напряжение при разрыве и относительное удлинение материала, удельный объем пор которого равен единице. Значения коэффициентов уравнений (1) и (2) представлены в табл. 1 (значения коэффициентов уравнений (1) и (2) для расчета зависимостей прочностных характеристик иглопробивных материалов от удельного объема пор).

Условное напряжение при разрыве увеличивается при уменьшении удельного объема пор (рис. 1), в то время как относительное удлинение при разрыве в этих условиях снижается (рис. 2). Механические свойства в поперечном направлении полотна превосходят механические свойства в продольном направлении. Вид зависимостей условного напряжения при разрыве от удельного объема пор (рис. 1) показывает, что при $V_M=0,85 \times 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$, в продольном и поперечном направлении полотна $\sigma=0$. Увеличение удельного объема пор больше данной критической величины приводит к $\sigma < 0$, что ограничивает применение уравнения (1). В то же время отсутствуют ограничения применения уравнения (2), которое может быть использовано для расчета относительного удлинения при разрыве материалов с показателями удельного объема пор больше критической величины. Причем материал с $V_M=0$ имеет определенные показатели относительного удлинения при разрыве (ε_0), значения которых зависят от направления полотна (рис. 2).

Прочность при растяжении иглопробивных материалов определяется поведением волокон в пучках, которые формируются при захвате волокон зазубринами игл. Часть волокон соединяет пучки между собой (активные волокна) и несет механическую нагрузку. Часть волокон не входит в состав пучков (пассивные волокна) и не несет нагрузку [6...8]. Предложенная структура материалов обеспечивает теоретическое обоснование механизма разрушения, который определяется отношением прочности связей между волокнами в пучках и прочности самих волокон. Когда прочность связей между волокнами в пучках больше прочности волокон, разрушение материала является следствием разрыва волокон. Когда прочность связей между волокнами в пучках меньше прочности волокон, разрушение материала происходит за счет выкалывания волокон из пучка.

Реализация определенного механизма разрушения зависит от количества пучков, расстояния между ними и количества волокон в их объеме или от структурных факторов, которые в значительной степени определяют удельный объем пор. Увеличение удельного объема пор достигается при уменьшении плотности прокалывания. При таком режиме прокалывания снижается количество пучков и число активных волокон, а структура и механические свойства материалов приближаются к структуре и механическим свойствам волокнистого холста. Низкие механические свойства волокнистого холста определяют необходимость введения критического значения удельного объема пор, ограничивающего применение уравнения (1).

Кроме того, в материалах с высоким значением удельного объема пор формируются пучки с низкой плотностью упаковки волокон, что приводит к небольшой прочности связей между волокнами в пучках. Для таких материалов реализуется механизм разрушения, который является следствием выкалывания волокон из пучков. Линейный характер зависимости напряжения при разрыве от удельного объема пор показывает, что такой механизм разруше-

ния сохраняется для материалов с большими значениями удельного объема пор.

Сложнее оценить влияние удельного объема пор на относительное удлинение при разрыве, которое складывается из удлинения первой и второй стадий растяжения иглопробивных материалов [9]. На первой стадии растяжения происходит выпрямление извитых волокон между пучками, их вращение и переориентация в направлении действия механической нагрузки. После выпрямления и переориентации волокон между пучками механическая нагрузка перераспределяется на волокна в пучках, что соответствует переходу ко второй стадии растяжения. Удлинение на второй стадии растяжения определяется механизмом разрушения. При реализации механизма разрушения, связанного с разрывом волокон, удлинение на второй стадии растяжения соответствует удлинению волокна при разрыве. При реализации механизма разрушения за счет выкальзывания волокон из пучка удлинение на второй стадии растяжения соответствует длине волокон в пучках.

Исходя из ранее установленного механизма разрушения материалов с различными значениями удельного объема, который достигается за счет выкальзывания

волокон из пучков, относительное удлинение на второй стадии растяжения приближается к постоянной величине, которая не зависит от удельного объема пор. В таком случае увеличение удлинения при разрыве при возрастании удельного объема пор является следствием снижения удлинения на первой стадии растяжения. Снижение подвижности волокон между пучками материалов с увеличенным удельным объемом пор достигается при уменьшении расстояния между пучками, снижении извитости и повышении ориентации волокон.

Разность между механическими свойствами в продольном и поперечном направлении полотна (рис. 1 и 2, табл. 1) отражает различную степень ориентации волокон, задаваемой при механическом способе формирования волокнистого холста. Механический способ формирования волокнистого холста обеспечивает высокую ориентацию волокон в поперечном направлении полотна. Высокая степень ориентации в поперечном направлении полотна приводит в этом направлении к возрастанию эффективности формирования пучков и уменьшению расстояния между ними, что отражается снижением в силовом поле подвижности волокон между пучками и в их объеме.

Т а б л и ц а 1

Направление полотна	σ_0 , МПа	k_σ , МПа/(м ³ /кг)	ε_0 , %	k_ε , %/(м ³ /кг)
Вдоль	9,4	1100	16,6	11407
Поперек	20,7	2400	51,7	11004

Коэффициент σ_0 отражает прочность монолитного иглопробивного материала с максимально возможной плотностью упаковки волокон. В то же время увеличение плотности прокалывания не обеспечивает получение монолитного материала с теоретически возможной максимальной плотностью упаковки волокон и их строгой ориентацией в продольном и поперечном направлениях, что требует объяснения физического смысла коэффициента σ_0 .

Величина коэффициента σ_0 является расчетной и определяется экстраполяцией зависимостей напряжения при разрыве от

удельного объема пор, которые получены для материалов с относительно высокими значениями удельного объема пор. Очевидно, что увеличение плотности упаковки волокон в процессе прокалывания и их переориентация происходят до определенной степени и зависят от направления полотна. Поэтому коэффициент σ_0 отражает максимальное значение условного напряжения при разрыве монолитного материала, формирование которого зависит от состава иглопробивного материала, режимов прокалывания и направления полотна.

ВЫВОДЫ

1. Предложенный параметр для оценки пористости нетканых иглопробивных материалов отражает зависимость структуры от режимов прокалывания и влияние структуры материалов на их прочностные характеристики.

2. Следствием достижения в процессе прокалывания удельного объема пор меньше критической величины, равной в условиях реализации использованной технологии производства $0,85 \times 10^{-2} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$, является получение материала, механические свойства которого характеризуются условным напряжением при разрыве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трещалин М.Ю., Мухамеджанов Г.К., Телицын А.А. Производство и методы испытаний нетканых материалов. – М., 2008.
2. Бершев Е.Н., Семенов В.А. Моделирование механических процессов производства нетканых материалов. – Л., 1983.
3. Дедов А.В. Обработка иглопробивного материала из полиэфирного волокна // Химические волокна. – 2008, №2. С.52...54.
4. Бокова Е.С., Дедов А.В. Механические и структурные характеристики иглопробивных материалов при использовании различных игл // Химические волокна. – 2011, №6. С. 40...42.
5. Бокова Е.С., Дедов А.В. Прогнозирование прочности иглопробивных материалов // Химические волокна. – 2011, №6. С. 38...40.
6. Гусев В.Е., Барабанов Г.Л. Методы повышения прочности иглопробивных нетканых материалов // Текстильная промышленность. – 1970, №3. С.52...54.
7. Семенов В.А. Прочность нетканого материала // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2. С.34...38.

8. Барабанов Г.Л., Хорохонов М.А. Прочность иглопробивных нетканых материалов из волокон с резко отличающейся линейной плотностью // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002, № 3. С.267.

9. Дедов А.В. Иглопробивной материал с градиентом плотности // Материаловедение. – 2008, №6. С. 32...35.

REFERENCES

1. Treshalin M.Yu., Muhamedzhanov G.K., Telicyn A.A. Proizvodstvo i metody ispytaniy netkanykh materialov. – M., 2008.
2. Bershev E.N., Semenov V.A. Modelirovanie mekhanicheskikh processov proizvodstva netkanykh materialov. – L., 1983.
3. Dedov A.V. Obrabotka igloprobivnogo materiala iz poliefirnogo volokna // Himicheskie volokna. – 2008, №2. S.52...54.
4. Bokova E.S., Dedov A.V. Mekhanicheskie i strukturnye harakteristiki igloprobivnykh materialov pri ispolzovanii razlichnykh igl // Himicheskie volokna. – 2011, №6. S. 40...42.
5. Bokova E.S., Dedov A.V. Prognozirovaniye prochnosti igloprobivnykh materialov // Himicheskie volokna. – 2011, №6. S. 38...40.
6. Gusev V.E., Barabanov G.L. Metody povysheniya prochnosti igloprobivnykh netkanykh materialov // Tekstilnaya promyshlennost. – 1970, №3. S.52...54.
7. Semenov V.A. Prochnost netkanogo materiala // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2000, №2. S.34...38.
8. Barabanov G.L., Horohonov M.A. Prochnost igloprobivnykh netkanykh materialov iz volokon s rezko otlichayushejsya linejnoy plotnostyu // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2002, № 3. S.267.
9. Dedov A.V. Igloprobivnoj material s gradientom plotnosti // Materialovedenie. – 2008, №6. S. 32...35.

Рекомендована кафедрой материаловедения.
Поступила 23.11.15.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДЛЯ ТКАНЕЙ ПРИ ПОШИВЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ

CHOICE ASSESSMENT OF THE QUALITY FOR FABRIC FOR TAILORING OF WORK CLOTHS

М.В. ЧЕРНЫШЕВ, А.Ф. ДАВЫДОВ, Г.М. ЧЕРНЫШЕВА
M.V. CHERNYSHEV, A.F. DAVYDOV, G.M. CHERNYSHOVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: mishania1331@mail.ru

В работе на основании анализа целевого назначения рисков нанесения вреда с учетом экспертной оценки было предложено разделить показатели безопасности качества тканей для спецодежды на защитные, гигиенические, технологические и эксплуатационные. С целью минимизации затрат и унификации пошива спецодежды с учетом рисков специальности работников нефтеперерабатывающих заводов были разделены на пять групп. Для каждой группы специальностей определялась своя номенклатура, по которой проводилась оценка тканей для выявления возможностей их использования в качестве спецодежды.

In this paper, by analyzing the purpose of risk of harm, taking into account expert judgment, it was proposed to divide the safety performance of quality fabrics for workwear on: safety, sanitary, technological and operational indicators. In order to minimize costs and the unification of workwear riskbased, specialty refinery workers were divided into five groups. Each group has its own nomenclature of specialties determined by which tissues were evaluated to identify opportunities for their use as work clothes.

Ключевые слова: риск нанесения вреда, защитные показатели, нефтеперерабатывающий завод.

Keywords: risk of harm, protective performance, refinery.

В настоящее время на отечественном рынке тканей для обеспечения высоких механических и термостойких свойств известны два вида тканей: ткани на основе хлопковых волокон или его смесей с полиэфирным волокном, защитные свойства которых обеспечиваются, как правило, пропиткой тканей специальными материалами, образующими на поверхности негорючую защитную пленку; ткани с использованием термостойких волокон (Фенилон, Аримид, Русар О, Полиамидное Р-84, Тверлан и др.) [1].

Для исследования были выбраны пять образцов тканей, предназначенные для

спецодежды работников нефтеперерабатывающей отрасли. Характеристики этих тканей приведены в табл. 1.

Все показатели качества были разбиты на четыре группы: защитные, гигиенические, технологические и эксплуатационные. На основе проведенного анализа рабочих мест персонал нефтеперерабатывающей отрасли разделен на пять групп: руководство, лаборатория, технологический персонал основного производства, товарно-транспортный персонал, персонал, обслуживающий основное производство [2].

Таблица 1

Показатель	Ткани				
	BV 185 (Нидерланды)	Лидер 250 (Россия)	Грета-М (Россия)	Banwer235 (США)	Антистат (Англия)
Волокнистый состав	93% Nomex Comfort, 5% Kevlar, 2% антистатическая нить p-140	35% хлопок, 65% полиэстер	51% хлопок, 49% полиэфир	88% хлопок, 12% нейлон	35% хлопок, 65% полиэстер
Поверхностная плотность ткани, г/м ²	215	251	199	235	230
Линейная плотность нитей, текс:					
- основа	34	30	28	40	45
- уток	45	46	46	51	40
Плотность ткани, число нитей / 100 мм:					
- по основе	398	424	392	340	212
- по утку	176	252	216	216	360
Толщина, мм	0,37	0,45	0,39	0,48	0,44

На основе анализа риска нанесения вреда жизни и здоровью работников основного производства, на базе статистических данных Минздрава РФ были определены наиболее значимые показатели каждой из четырех групп. Все испытания проводили по стандартным методикам и на стандартном оборудовании [3]. Испытания по стойкости к проколу и порезу осуществлялись на универсальной машине фирмы "Инстрон" с помощью приспособлений, изготовленных на кафедре текстильного материаловедения и товарной экспертизы МГУТД (ныне РГУ им. А.Н. Косыгина) [5].

На основании исследований условий труда персонала основного производства специальная одежда должна позиционироваться в соответствии с классификацией Технического регламента Таможенного союза 019/2011 "О безопасности

средств индивидуальной защиты" – как костюмы для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий с масло-, нефте-, бензо-, водоотталкивающими пропитками и огнестойкими антистатическими свойствами.

В Техническом регламенте приводятся показатели безопасности, которые определяются для различных групп специальной одежды, поэтому ткани, используемые для такой одежды, должны выпускаться с защитными свойствами нормируемых показателей регламента. Технические показатели для тканей приведены в основных стандартах, и в то же время потребители имеют право создавать свои стандарты организации и для обеспечения собственной безопасности персонала ужесточать нормированные значения в них. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатель	Ткани				
	Ткань 1 BV 185	Ткань 2 Лидер 250	Ткань 3 Грета-М	Ткань 4 Banwer235	Ткань 5 Антистат
Защитные (показатели безопасности)					
Огнестойкость	не горит и не тлеет	не горит и не тлеет	не горит и не тлеет	не горит и не тлеет	не горит и не тлеет
Стойкость к прожиганию, с	26,0	30,0 (в 2 слоя)	33,0 (в 2 слоя)	30,0	29,0 (в 2 слоя)
Маслоотталкивание, балл:					
- исходная	6	6	6	6	6
- после 5 стирок	6	5	5	6	6

Нефтеотталкивание, балл:					
- исходная	5	5	5	5	5
- после 5 стирок	5	5	5	5	5
Разрывная нагрузка, Н:					
- основа	1300	1240	1126	1200	1183
- уток	820	980	1111	780	952
Раздирающая нагрузка, Н:					
- основа	71	57	45	35	44
- уток	62	48	40	47	55
Стойкость к проколу, Н	176	186	192	193	195
Сопротивление проколу, Н/мм	475	443	436	403	369
Стойкость к порезу, Н:					
- 2-сторон. лезвие	119	118	135	128	141
- 1-сторон. лезвие	184	205	229	214	291
Сопротивление порезу, Н/мм:					
- 2-сторон. лезвие	322	282	308	267	266
- 1-сторон. лезвие	497	487	521	447	548
Удельное поверхностное электрическое сопротивление, Ом	$2 \cdot 10^7$	$5,6 \cdot 10^6$	$5,6 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^8$	$1,1 \cdot 10^7$
Гигиенические					
Водоупорность, Па	200	780	680	400	590
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	56	20	30	40	32
Паропроницаемость, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	0,05	0,03	0,02	0,09	0,07
Гигроскопичность, %	7,2	5,6	4,9	14,8	7,7
Технологические					
Жесткость при изгибе, $\text{мкН} \cdot \text{см}^2$:					
- основа	938	1256	1369	4907	5012
- уток	263	1430	1287	1922	7853
Коэффициент жесткости, КЕI	3,57	0,88	1,06	2,55	0,64
Эксплуатационные					
Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %:					
- основа	-0,5	-0,9	-1,0	-0,9	+1
- уток	-0,3	-0,3	-1,1	-0,4	-1,8
КТС:					
- основа	0,78	0,75	0,87	1,07	0,97
- уток	0,75	0,70	0,84	1,11	1,00
Стойкость к истиранию, циклы	5550	7140	8750	7070	11650
Устойчивость окраски к воздействию, баллы:					
- света	5	5	5	5	5
- стирок	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
Трения:					
- сухому	5/5	5/4	5/4-5	5/4	5/4-5
- мокрому	5/5	5/4	5/4	5/3-4	5/4

Из анализа табл. 2 видно, что ткани №4 и №5 обладают сравнительно низким удельным поверхностным сопротивлением, тогда как у синтетических тканей

№ 1, 2 и 3, он намного выше. Антистатическая нить, входящая в состав тканей №1, 2, 3, не обеспечивает защиты от поражения электрическим током при работе с источни-

ком тока различной мощности и другими электроприборами, а лишь защищают от накопления статического электричества, способствуя рассеиванию и стеканию зарядов. Наибольшей нефте- и маслооталкивающей способностью обладают ткани №1, 3 и 5. Лучшей паропрооницаемостью обладают хлопчатобумажные ткани №4 и 5. Чем толще и плотнее ткань, тем меньше ее паропрооницаемость. Наибольшую жесткость по основе и по утку имеет ткань №5, а наименьшую – ткань №1, что можно связать с их поверхностной плотностью и толщиной. Жесткость значительно повышается с увеличением толщины ткани и ее поверхностной плотностью. Особо прочную степень устойчивости окраски к сухому и мокрому трению имеет ткань №1. Данная ткань окрашена в кремовый цвет, другие ткани имеют более яркие оттенки [4].

На основании анализа полученных данных был разработан проект стандарта предприятия и предложены нормируемые значения по вышеперечисленным показателям. Такой стандарт может быть широко использован как швейными предприятиями, так и отделами труда нефтеперерабатывающих заводов.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований персонал нефтеперерабатывающей отрасли был разделен на пять групп по степени риска. На основании анализа рисков нанесения вреда и с учетом экспертной оценки для каждой группы были ранжированы показатели свойств по четырем группам. По каждой группе выявлены и исследованы наиболее значимые показатели качества тканей, предназначенных для по-

шива одежды работников нефтеперерабатывающих заводов. Предложен проект стандарта предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нефтепереработка – основа стабильности экономики // Экономика и ТЭК сегодня. – 2009, № 10.
2. Беляева С.А., Иващенко И.Н. Разработка технических требований к спецодежде нефтяников, эксплуатируемой в южных районах России // Швейная промышленность. – 2007, №2.
3. Давыдов А.Ф., Мазеева Н.С. Жизнь и охрана людей // Рабочая одежда и средства индивидуальной защиты. – 2010, №3(49).
4. Чернышева Г.М., Белкина С.Б. Выбор методов оценки качества технических тканей специального назначения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №7.
5. Курденкова А.В., Ким А.А. и др. Установка для прорезания, продавливания и прокалывания текстильных полотен на испытательной системе "Инстрон" и насадки для проведения испытаний // Сб. докл. II Междунар. научн.-практ. конф. – М., 2010.

REFERENCES

1. Neftepererabotka – osnova stabilnosti ekonomiki // Ekonomika i TEK segodnya. – 2009, № 10.
2. Belyaeva S.A., Ivashenko I.N. Razrabotka tehniceskikh trebovanij k specodezhde neftyanikov, ekspluatiruemoj v yuzhnyh rajonah Rossii // Shvejnaya promyshlennost. – 2007, №2.
3. Davydov A.F., Mazeeva N.S. Zhizn i ohrana lyudej // Rabochaya odezhdha i sredstva individualnoj zashity. – 2010, №3(49).
4. Chernysheva G.M., Belkina S.B. Vybora metodov ocenki kachestva tehniceskikh tkanej specialnogo naznacheniya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2010, №7.
5. Kurdenkova A.V., Kim A.A. i dr. Ustanovka dlya prorezaniya, prodavlivaniya i prokalyvaniya tekstilnyh poloten na ispytatelnoj sisteme "Instron" i nasadki dlya provedeniya ispytanij // Sb. dokl. II Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. – M., 2010.

Рекомендована кафедрой текстильного материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 29.03.16.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЫСОКОНАПОЛНЕННОГО
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОГО КОМПОЗИТА
ДЛЯ НАПОЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**HIGHLY FILLED POLYVINYL CHLORIDE COMPOSITES
FOR FLOOR COVERINGS OF TEXTILE MANUFACTURES**

А.И. ХРИСТОФОРОВ, И.А. ХРИСТОФОРОВА, В.А. ГОРЯЧЕВА
A.I. KHRISTOFOROV, I.A. KHRISTOFOROVA, V.A. GORJACHEVA

(Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)
E-mail: khristoforova-i@mail.ru

Рассмотрена технология получения высоконаполненного композита на основе поливинилхлорида. Предложены составы для получения материала напольного покрытия, показана возможность изготовления изделий с высокими физико-механическими характеристиками и стойкостью к истиранию.

In this paper the production technology of highly filled composite made of polyvinyl chloride is reviewed. Several compositions for production of floor covering materials are proposed, the possibility of making the product with high physical and mechanical characteristics and lasting to abrasion is shown.

Ключевые слова: поливинилхлорид, строительство, напольное покрытие, суперпластификатор СЗ, тетраэтоксисилан, кварцевый песок.

Keywords: polyvinyl chloride, constructing, floor covering, superplasticizer СЗ, tetraethyl orthosilicate, silica sand.

Современный рынок строительной индустрии широко представлен полимерными материалами. В частности, для отделки полов часто используют полиэфирные, метилметакрилатные, полиуретановые и эпоксидные композиты [1]. Популярность таких покрытий для полов обусловлена невысокой стоимостью; они отвечают всем запросам, стандартам и нормам, которые предъявляются к полимерным покрытиям. Такие полы часто выполняют наполненные кварцевым песком толщиной от трех до шести миллиметров. Кварцевый песок обладает очень высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, которые необходимы для производственных помещений, в частности высокая ударная прочность и износостойкость [1].

На рынке представлены полы на основе реакционноспособных полимеров, термопластичных материалов очень ограниченное количество – это полиэтиленовые, полипропиленовые, полиамидные плитки. Наполнение производят кварцевым и керамзитовым песками, гравием, щебнем, керамзитом, перлитом, боем кирпича, бетоном, стеклом и другими зернистыми материалами. Плотность таких материалов составляет 1000...2100 кг/м³, прочность при сжатии 8...30 МПа, истираемость 1...3 кг/м² [1]. Недостатками данных материалов является высокая истираемость, горючесть класса Г4, а следовательно, токсичность выделяемых при горении паров, скользкая поверхность. У данных покрытий не исключены недостатки. Это низкая эластич-

ность, возможность выделения пластификатора во время эксплуатации. Нельзя произвести ремонт образовавшихся во время эксплуатации трещин. Имеют место трудности при заливке полов.

Ранее проведенные исследования [2], [3] при использовании в качестве вяжущего – поливинилхлорида (ПВХ) и кварцевого песка фракции 0,63...2 мм показали возможность формирования покрытий с удовлетворительными физико-механическими свойствами. Выбор ПВХ в качестве вяжущего был обусловлен следующими положениями.

ПВХ является одним из самых крупнотоннажных в мире – до 30 % общего производства пластмасс. В строительстве ПВХ применяется достаточно широко. Группа конструкционно-отделочных ПВХ-материалов включает различные листовые и плиточные материалы – декоративный бумажно-слоистый пластик, ударопрочный и атмосферостойкий материал для наружной облицовки навесных панелей, фасадов зданий, ограждений, балконов и т.п. Для внутренней облицовки стен и панелей помещения применяют ПВХ-плитки, которые используют в лабораторных помещениях, продовольственных магазинах, кухнях предприятий общественного питания [4]. Для устройства потолков, перегородок, стеновых шкафов и других предметов интерьера используют древесно-стружечные плиты, облицованные синтетической ПВХ-

пленкой [4]. Непрозрачный листовой ПВХ образует лицевые поверхности слоистых навесных панелей. Важное значение при отделке зданий, в частности в полносборном строительстве, имеют профильные изделия – плинтусы, поручни для лестниц, балконов, наличники, нащельники, профили для крепления и обработки швов листовых и рулонных облицовочных материалов и обработки стыков в крупнопанельных зданиях, оконные и дверные профили. Широкое применение нашли напольные покрытия из ПВХ – линолеумы. В странах Европы имеется опыт по применению защитных листов или экранов из ПВХ для установления на автодорогах для обеспечения более безопасного движения транспорта. Экраны имеют длину 100 м, высоту 1,5 м и отчетливо различимую окраску, благодаря флуоресцирующим добавкам [4].

Высокая степень наполнения мелкозернистого бетона оказывает значительное влияние на его структурную прочность [5]. Это положение должно найти свое подтверждение при использовании в качестве вяжущего – термопластичного полимера. Для разработки технологии и композиций для получения негорючих, экологически безопасных, износостойких покрытий в качестве объектов исследования были выбраны поливинилхлорид и минеральный наполнитель – кварцевый песок фракции 0,63...1,2 мм.

На основании ранее проведенных исследований была выбрана композиция:

кварцевый песок (SiO_2)	= 400 мас.ч;
поливинилхлорид (ПВХ)ЕП 6602С	= 100 мас.ч;
фосфатный пластификатор (ПФ)	=30 мас.ч;
модификатор	= 4 мас.ч.

Образцы получали по технологии горячего прессования. Полученные из этой композиции изделия имели следующие физико-механические свойства: плотность, $\rho = 2070 \pm 20 \text{ кг/м}^3$, прочность при сжатии $\sigma_{сж} = 14,5 \text{ МПа}$, прочность при изгибе $\sigma_{изг} = 11,1 \text{ МПа}$, водопоглощение $W = 2,4\%$. Для изучения влияния различных добавок на физико-механические характеристики в композицию ввели кремнийорганическую

жидкость (ГКЖ), суперпластификатор С-3 и тетраэтоксисилан (ТЭОС).

При введении в композицию кремнийорганической жидкости (ГКЖ), предназначенной для снижения водопоглощения, были получены результаты, представленные в табл. 1 (зависимость свойств полимербетона [$\text{SiO}_2 = 400 \text{ мас.ч}$; ПВХ = 100 мас.ч; ПФ = 30 мас.ч; Мд = 4 мас.ч] от концентрации ГКЖ).

Т а б л и ц а 1

Концентрация ГКЖ (% от массы полимербетона)	ρ , кг/м ³	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{изг}$, МПа	W, %
0	2070	14,5	11,1	2,4
0,2	2040	17,2	9,8	2,4
0,6	2042	13,1	8,6	0,5
0,9	1960	11,5	5,8	0,5

Как видно из представленных данных, увеличение содержания ГКЖ в композиции приводит к значительному уменьшению водопоглощения, но при этом резко снижаются прочностные характеристики, связанные с разрушением структуры полимербетона – уменьшается плотность. На основании этого введение ГКЖ в композицию недопустимо. Для снижения водопоглощения

следует проводить поверхностную пропитку.

Свойства материала с добавками суперпластификатора С-3 представлены в табл. 2 (зависимость свойств полимербетона [$\text{SiO}_2= 400$ мас.ч; ПВХ = 100 мас.ч; ПФ= 30 мас.ч; $M_d = 4$ мас.ч] от концентрации суперпластификатора С-3).

Т а б л и ц а 2

Концентрация С-3 (% от массы полимербетона)	ρ , кг/м ³	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{изг}$, МПа	W, %
0	2070	14,5	11,1	2,45
0,7	2008	22,1	10,6	3,55
1,1	2008	20,0	10,4	2,85
1,5	2008	14,5	13,8	1,63

Тетраэтоксисилан (ТЭОС) является апретирующей добавкой. При гидролизе (с равновесной влажностью песка) в процессе горячего прессования выделяется молекулярный оксид кремния, который активизирует поверхность кристаллического песка и способствует повышению адгезии полимер-

ного вяжущего за счет увеличения электростатического взаимодействия. Свойства материала представлены в табл. 3 (зависимость свойств полимербетона [$\text{SiO}_2= 400$ мас.ч; ПВХ = 100 мас.ч; ПФ=30 мас.ч; $M_d = 4$ мас.ч] от концентрации тетраэтоксисилана).

Т а б л и ц а 3

Концентрация ТЭС (% от массы полимербетона)	ρ , кг/м ³	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{изг}$, МПа	W, %
0	2070	14,5	11,1	2,45
0,3	2070	22,4	11,6	2,0
0,5	2062	17,5	11,3	0,7
1,0	2000	13,0	10,1	0,6

Из представленных данных видно, что введение ТЭОС наиболее эффективно при концентрации 0,3% – наблюдается значительное увеличение прочности и снижение водопоглощения.

В Ы В О Д Ы

1. Анализ данных таблиц показал, что наиболее перспективны дальнейшие исследования композиций, содержащих тетраэтоксисилан.

2. Проверка полимербетона состава [$\text{SiO}_2= 400$ мас.ч; ПВХ = 100 мас.ч; ПФ = 30 мас.ч; $M_d = 4$ мас.ч, тетраэтоксисилан (0,2% от массы полимербетона)] на истирание показало значение 0,035 г/см², что в 1,4...2,85 раза ниже высококачественной цементно-песчаной тротуарной плитки (0,05...0,1 г/см²), увеличение прочности при сжатии при этом возросло на 24%.

3. Разработанный полимербетон на основе ПВХ может быть применен в качестве покрытий для полов ткацких предприятий,

ЛИТЕРАТУРА

1. Файтельсон В.А., Табачник Л.Б. Полимербетоны на термопластичном связующем // Строительные материалы. – 1994, № 9. С. 21...22.
2. Христофоров А.И., Христофорова И.А., Гюмждян П.П., Глухоедов В.В. Полимербетон на основе поливинилхлоридного связующего // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2004. Т.4. Вып 1. С. 159...160.
3. Христофорова И.А. Полимербетоны на основе термопластов // Строительные материалы. – 2005, № 4. С. 56...57.
4. Ворокова И.А., Белякова Л.К. Основные достижения в области производства и применения ПВХ (обзор) // Пластические массы. – 1994, № 2. С.26...31.
5. Акулова М.В., Краснов А.М., Федосов С.В. Влияние высокого наполнения мелкозернистого бетона на структурную прочность // Строительные материалы. – 2009, № 1.

1. Fajtelson V.A., Tabachnik L.B. Polimerbetony na termoplastichnom svyazuyushem // Stroitelnye materialy. – 1994, № 9. S. 21...22.
2. Hristoforov A.I., Hristoforova I.A., Guyumzhyan P.P., Gluhoedov V.V. Polimerbeton na osnove polivinilhlordnogo svyazuyushogo // Izv. vuzov. Himiya i himicheskaya tehnologiya. – 2004. T.4. Vyp 1. S. 159...160.
3. Hristoforova I.A. Polimerbetony na osnove termoplastov // Stroitelnye materialy. – 2005, № 4. S.56...57.
4. Vorokova I.A., Belyakova L.K. Osnovnye dostizheniya v oblasti proizvodstva i primeneniya PVH (obzor) // Plasticheskie massy. – 1994, № 2. S.26...31.
5. Akulova M.V., Krasnov A.M., Fedosov S.V. Vliyanie vysokogo napolneniya melkozernistogo betona na strukturnuyu prochnost // Stroitelnye materialy. – 2009, № 1.

Рекомендована кафедрой химических технологий. Поступила 29.11.16.

УДК 677.46.494:687.02

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФОРМОВОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ
ДВУХСЛОЙНЫХ ТКАНЫХ ПОЛОТЕН**

**PREDICTION OF MOULDING ABILITY
DOUBLE-LAYER NONWOVEN FABRIC**

В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, Л.А. ЛИПАТОВА, Ю.С. ШУСТОВ
V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, L.A. LIPATOVA, YU.S. SHUSTOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: vibesvi@yandex.ru

Предложена математическая формула, которая позволяет прогнозировать формовочную способность двухслойных тканых полотен (ДТП) по показателям структуры и свойств элементов, составляющих его. Определены значения коэффициента адгезива, учитывающего влияние полимерного клея на формовочную способность ДТП. Сравнительный анализ данных теоретических и экспериментальных исследований подтвердил воспроизводимость прогнозирования математической модели.

A mathematical formula that predicts the forming ability of DNF on indicators of structure and properties of the consisted was prepared elements. The values of the coefficient of the adhesive, were defined taking into account the effect of the polymer adhesive on the molding ability of the test DNF. The comparative analysis of these

theoretical and experimental studies have shown relatively high prediction accuracy mathematical models.

Ключевые слова: композиционный текстильный материал, формовочная способность, прогиб проб при пространственном растяжении, теория подобия и анализа размерностей, прогнозирование, свойства.

Keywords: composite textile material, molding ability, deflection of samples with a spatial tension, similarity theory and dimensional analysis, forecasting properties.

В работе использовали композиционные текстильные материалы, реализуемые в торговой сети и полученные в лабораторных условиях на прессе по клеевой технологии соединения двух полотен сополиамидным клеевым порошком марки платамид Н105РА с температурой плавления 125°C или акриловым сополимером АКР-622 с температурой плавления 80°C. Количество клеевого адгезива 30 и 40 г/м², температура прессования 140...145°C для сополиамидного и 100...105°C для акрилового связующего, давление 0,03...0,04 МПа, время 25...30 с, увлажнение 10%, как наиболее оптимальные параметры формирования структуры многослойных ДТП [1], [2].

В работе в качестве показателя формовочной способности используется высота прогиба пробы (f, м), полученная в результате испытания ткани на продавливание шариком ГОСТ 29104.8–91.

Высота прогиба пробы есть функция следующих основных переменных:

$$f = \varphi (P_o, P_y, T_o, T_y, \Pi_o, \Pi_y, \rho, S_{пр}, F, n), \quad (1)$$

где P_o, P_y – разрывная нагрузка по основе/утку при одноосном растяжении, даН; Π_o, Π_y – плотность нитей по основе и утку; T_o, T_y – линейная плотность нитей по основе/утку, текс (мг/м); ρ – плотность вещества волокна, г/м³; $S_{пр}$ – площадь пробы при пространственном растяжении, м²; F – коэффициент переплетения нитей в ткани; n – доля использования разрывной нагрузки.

Применяя теорию подобия и анализа размерностей, представим приведенные факторы через основные характеристики:

$$\begin{aligned} P_o, P_y &= [M]^1 [L]^1 [T]^{-2}, \text{ Н}; \\ T_o, T_y &= [M]^1 [L]^{-1} [T]^0, \text{ мг/м}; \\ \Pi_o, \Pi_y &= [M]^0 [L]^0 [T]^0; \\ \rho &= [M]^1 [L]^{-3} [T]^0, \text{ г/м}^3; \\ S_{пр} &= [M]^0 [L]^2 [T]^0, \text{ м}^2; \\ F, n &= [M]^0 [L]^0 [T]^0. \end{aligned} \quad (2)$$

Аналитическое получение этой зависимости практически невозможно. Экспериментальное определение очень трудоемко. Однако если перейти от обычных физических величин к критериям подобия, то есть к величинам, составленным из тех же физических величин, но в определенных сочетаниях в зависимости от природы процесса, нахождение этой зависимости за счет сокращения количества переменных, становится незатруднительным. В качестве основных размерностей выбираем разрывную нагрузку P_o , площадь пробы $S_{пр}$, плотность вещества волокна ρ . Выбор этих показателей продиктован второй теоремой подобия [1], [2], то есть система имеет решение, причем единственное, если составленный из коэффициентов уравнения определитель Δ будет не равен нулю. В данном случае $\Delta = 4$, следовательно, $P_o, S_{пр}$ и ρ можно использовать в качестве основных размерностей.

Для нахождения критериев подобия используем метод нулевых размерностей, тогда получим уравнение вида (3):

$$\frac{f}{[P_o]^{\alpha_f} [\rho]^{\beta_f} [S_{пр}]^{\gamma_f}} = \varphi \left(\frac{P_y}{[P_o]^{\alpha_{Py}} [\rho]^{\beta_{Py}} [S_{пр}]^{\gamma_{Py}}}, \frac{T_o}{[P_o]^{\alpha_{To}} [\rho]^{\beta_{To}} [S_{пр}]^{\gamma_{To}}}, \frac{T_y}{[P_o]^{\alpha_{Ty}} [\rho]^{\beta_{Ty}} [S_{пр}]^{\gamma_{Ty}}}, \frac{\Pi_o}{[P_o]^{\alpha_{\Pi_o}} [\rho]^{\beta_{\Pi_o}} [S_{пр}]^{\gamma_{\Pi_o}}}, \frac{\Pi_y}{[P_o]^{\alpha_{\Pi_y}} [\rho]^{\beta_{\Pi_y}} [S_{пр}]^{\gamma_{\Pi_y}}}, \frac{F}{[P_o]^{\alpha_F} [\rho]^{\beta_F} [S_{пр}]^{\gamma_F}}, \frac{n}{[P_o]^{\alpha_n} [\rho]^{\beta_n} [S_{пр}]^{\gamma_n}} \right). \quad (3)$$

Решая каждый комплекс уравнения (3) в отдельности и подставляя данные из (2), по-

лучаем следующие выражения (4):

$$\begin{aligned} \frac{f}{[Po]^{\alpha f} [\rho]^{\beta f} [Snp]^{\gamma f}} &= \frac{f}{\sqrt{Snp}}; & \frac{Py}{[Po]^{\alpha Py} [\rho]^{\beta Py} [Snp]^{\gamma Py}} &= \frac{Py}{Po}; \\ \frac{T_o}{[Po]^{\alpha T_o} [\rho]^{\beta T_o} [Snp]^{\gamma T_o}} \frac{T_y}{[Po]^{\alpha T_y} [\rho]^{\beta T_y} [Snp]^{\gamma T_y}} &= \frac{T_o}{\rho Snp} \frac{T_y}{\rho Snp}; & \frac{F}{[Po]^{\alpha F} [\rho]^{\beta F} [Snp]^{\gamma F}} &= F; \\ \frac{\Pi_o}{[Po]^{\alpha \Pi_o} [\rho]^{\beta \Pi_o} [Snp]^{\gamma \Pi_o}} \frac{\Pi_y}{[Po]^{\alpha \Pi_y} [\rho]^{\beta \Pi_y} [Snp]^{\gamma \Pi_y}} &= \Pi_o \Pi_y; & \frac{n}{[Po]^{\alpha n} [\rho]^{\beta n} [Snp]^{\gamma n}} &= n. \end{aligned} \quad (4)$$

После нахождения критериев подобия уравнение (3) имеет следующий вид:

$$f = \frac{nFP_y T_o T_y \Pi_o \Pi_y}{P_o \rho^2 \sqrt{S_{np}^3}}. \quad (5)$$

В общем виде формула для расчета высоты прогиба пробы запишется так:

$$f = \eta \frac{nFP_y T_o T_y \Pi_o \Pi_y}{P_o \rho^2 \sqrt{S_{np}^3}}, \quad (6)$$

где η – коэффициент, равный $0,366 \cdot 10^2$ – для полотен из комплексных нитей, и $0,114 \cdot 10^2$ – для полотен, выработанных из пряжи.

Результаты теоретического прогнозирования и экспериментального исследования свойств ДТП представлены в табл. 1. Отмечено, что одинарные чистошерстяные ткани

обладают лучшей формуемостью, чем полушерстяные полотна. Шелковые ткани второго слоя ДТП плохо формуются. Высота прогиба пробы не превышает 3 мм для тканей полотняного переплетения и 5 мм – для саржи $\frac{1}{2}$, что свидетельствует о влиянии вида переплетения на формовочную способность текстильных материалов.

Высота прогиба проб ДТП уменьшается на 60...80%, по сравнению с исходными шерстьсодержащими тканями, и в 2...3 раза превышает этот показатель для шелковых тканей, что обусловлено особенностями структуры ДТП, присутствием клеевого связующего. Влияние связующего предложено характеризовать безразмерным коэффициентом адгезива $K_{ад}$. Тогда в общем виде формула для расчета высоты прогиба пробы ДТП по структурным характеристикам имеет вид:

$$f_{км} = K_{ад} \left(\eta_1 \frac{nF_1 P_{y1} T_{o1} T_{y1} \Pi_{o1} \Pi_{y1}}{P_{o1} \rho_1^2 \sqrt{S_{np}^3}} + \eta_2 \frac{nF_2 P_{y2} T_{o2} T_{y2} \Pi_{o2} \Pi_{y2}}{P_{o2} \rho_2^2 \sqrt{S_{np}^3}} \right), \quad (7)$$

где $f_{км}$ – прогиб ДТП при пространственном растяжении; $K_{ад}$ – безразмерный коэффициент адгезива; показатели с подстрочным индексом 1 характеризуют структуру и свойства первого слоя, с индексом 2 – второго слоя ДТП.

Для установления взаимосвязи коэффициента адгезива и характеристик структуры и свойств полотен и адгезива составляющих ДТП исследовали два типа образцов пакетов текстильных полотен, соединенных различными (акриловым и сополиамидным) адгезивами в количестве 30 и 40 г/м². Установ-

лено, что прогиб проб ДТП (табл. 1, образцы 1...4) с одинаковой текстильной структурой и различными адгезивами (акриловым и сополиамидным) отличаются незначительно. Однако с увеличением количества адгезива с 30 до 40 г/м², как акрилового, так и сополиамидного, существенно, на 15...20%, уменьшается прогиб проб (табл. 1, образцы 5...8), повышается жесткость при изгибе на 5...8%, что ограничивает подвижность и эластичность структурных элементов полотен и ДТП в целом.

Т а б л и ц а 1

№ образца	Обозначение ДТП	Структура ДТП 1 слой/2 слой	Волокнистый состав, %	Тип адгезива	Поверхностная плотность, г/м ²	Прогиб проб фактический		Прогиб проб ДТП		Отклонение, %	Коэффициент адгезива К _{ад}
						f _{факт} , мм, тканей		фактический f _{факт} , мм	расчетный f _{расч} , мм		
						1 слой	2 слой				
1	KM-22307A30	Костюмная арт. 22307	70Ш, 30Лс	АКР-622 (30 г/м ²)	364	11,9	1,85	7,1	7,0	1,5	0,53
		Ткань Мембрана 4856М	100Лс								
2	KM-35484A30	Пальтовая арт. 35484	100 Ш	АКР-622 (30 г/м ²)	631	19,0	2,8	11,5	11,0	4,3	0,53
		Ткань Поликотон арт.82510	50Лс50Хл								
3	KM-22307П30	Костюмная арт. 22307	70Ш, 30Лс	Платамид Н105РА (30г/м ²)	350	11,9	1,85	7,3	7,0	4,3	0,53
		Ткань Мембрана 4856М	100Лс								
4	KM-35484П30	Пальтовая арт. 35484	100 Ш	Платамид Н105РА (30г/м ²)	630	19,0	2,8	11,5	11,0	4,2	0,53
		Ткань Поликотон арт.82510	50Лс50Хл								
5	KM-35484A40	Пальтовая арт. 35484	100 Ш	АКР-622 (40 г/м ²)	641	19,0	2,8	9,6	9,15	4,8	0,44
		Ткань Поликотон арт.82510	50Лс50Хл								
6	KM-22307A40	Костюмная арт. 22307	70Ш, 30Лс	АКР-622 (40 г/м ²)	375	11,9	1,85	6,1	5,8	4,3	0,44
		Ткань Мембрана 4856М	100Лс								
7	KM-22307П40	Костюмная арт. 22307	70Ш, 30Лс	Платамид (40г/м ²)	373	11,9	1,85	5,7	5,8	1,6	0,44
		Ткань Мембрана 4856М	100Лс								
8	KM-35484П40	Пальтовая арт. 35484	100 Ш	Платамид Н105РА (40г/м ²)	640	19	2,8	9,5	9,15	3,8	0,44
		Ткань Поликотон арт.82510	50Лс,50Хл								

В результате расчетов в программе Excel определены значения коэффициента адгезива, учитывающего влияние полимерного клея на формовочную способность исследуемых ДТП: $K_{ад} = 0,53$ при содержании адгезива в структуре ДТП в количестве 30 г/м² и $K_{ад} = 0,44$ – при 40 г/м². Такая зависимость наблюдается и на других исследованных образцах.

Сравнительный анализ результатов экспериментальных исследований и прогнозирования, рассчитанного по формуле (7), показал, что отклонение данных не превышает 5%, что доказывает достоверность теоретической формулы и позволяет прогнозировать формовочную способность по

величине прогиба пробы при продавливании шариком с высокой степенью достоверности.

ВЫВОДЫ

В результате исследований получена математическая формула, которая позволяет прогнозировать формовочную способность ДТП по показателям структуры и свойств элементов, составляющих его. Сравнительный анализ данных теоретических и экспериментальных исследований показал достаточно высокую точность прогнозирования математической модели зависимости формовочной способности от

структуры и свойств адгезива и полотен, составляющих многослойный ДТП.

REFERENCES

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичев В.Е., Герасимова Н.А. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды. – М.: Издательский центр "Академия", 2005.
2. Куликова Т.В., Ковалева Н.Е., Бесшапошникова В.И., Штейнле В.А., Смирнова Н.А. Повышение прочности клеевых соединений текстильных материалов для производства швейных изделий //Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 5. С.76...78.

1. Kuzmichev V.E., Gerasimova N.A. Teoriya i praktika processov skleivaniya detalej odezhdy. – M.: Izdatelskij centr "Akademiya", 2005.

2. Kulikova T.V., Kovaleva N.E., Besshaposchnikova V.I., Shtejnle V.A., Smirnova N.A. Povyshenie prochnosti kleevykh soedinenij tekstilnykh materialov dlya proizvodstva shvejnykh izdelij //Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2008, № 5. С.76...78.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 10.04.17.

УДК 620.22

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОВРОВЫХ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИХ ЗАГРЯЗНЯЕМОСТЬ

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF FLOOR CARPET COVERINGS ON THEIR DIRT ADHERENCE

В.Ю. МИШАКОВ, В.С. СНИЦАРЬ
V.YU. MISHAKOV, V.S. SNITSAR

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: viktormishakov@rambler.ru

С целью выяснения характера и механизма загрязнения ковровых материалов были проведены сравнительные натурные испытания наиболее распространенных из них: тафтингового, клееного, двухполотного, иглопробивного, электрофлокированного. Загрязняемость оценивали отношением прироста массы ковра к массе ворса или ковра (для безворсового материала). Выявлено, что процесс загрязнения ковров имеет циклический характер, на загрязняемость ковровых материалов в первую очередь влияет качественный состав волокна, а не структура ворсовой поверхности. Установлена связь скорости загрязнения с интенсивностью эксплуатации, что позволяет, зная расчетную скорость загрязнения, прогнозировать долговечность и подбирать структуру ворсового покрова ковровых материалов, эксплуатируемых в помещениях различного типа.

To ascertain the nature and mechanism of contamination of the carpet materials were conducted comparative field tests of the most common carpet material (tufted, glued, dvukhpolosnykh, needle, electrofactory). The contamination was estimated by the ratio of weight gain of mass of the carpet to the cloth or carpet (lint free material). It is revealed that the process of contamination of carpets is cyclical in

nature, the contamination of carpet materials primarily affects the qualitative composition of the fiber, not the structure of the pile surface. The relation of the rate of pollution with the intensity of exploitation, that allows knowing the estimated rate of contamination, to predict durability and to pick up structure-pile cover carpet materials, operated in the premises of various type.

Ключевые слова: испытания ковровых напольных покрытий, загрязняемость ковров, износ ковров.

Keywords: test carpet flooring, the contamination of carpets, worn rugs.

Ковровые напольные покрытия повсеместно применяются в отделке помещений различного назначения, при этом, как правило, используется метод сплошного застила пола под плинтус. Вследствие этого ассортимент ковровых покрытий достаточно широк и призван удовлетворять всему спектру как эксплуатационных требований в плане износостойкости, загрязняемости, горючести, гигиеничности, так и комплексу эстетических требований. Все это влечет за собой большое различие технологий получения структур ковровых напольных покрытий (рис. 1...5) и материалов, применяемых для их изготовления.

На рисунках изображены: рис. 1 – двухполотный ковер (сечение в направлении основы): 1 – уток; 2 – настилочная основа;

3 – нерабочий ворс; 4 – коренная основа; 5 – ворс; рис. 2 – тафтинговый ковер (продольное сечение): а) – с петлевым ворсом, б) – с разрезным ворсом; 1 – петлевой ворс; 2 – грунтовая ткань; 3 – покрытие; рис. 3 – клееный ворсовый ковер (продольное сечение): а) – с петлевым ворсом, б) – с разрезным ворсом: 1 – уложенные в складку волокна или пряжа; 2 – клей (покрытие); 3 – грунтовая ткань; рис. 4 – флокированный ворсовый ковер: 1 – ворс; 2 – связующее вещество (покрытие); 3 – грунт; рис. 5 – принцип производства иглопробивного ковра с грунтом: 1 – крючковые иглы; 2 – полотно из наложенных волокон; 3 – спутанные волокна; 4 – грунт; 5 – волокна, пробитые иглами через грунт.

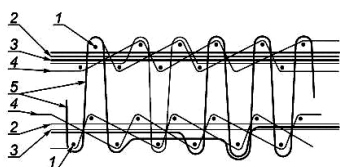


Рис. 1

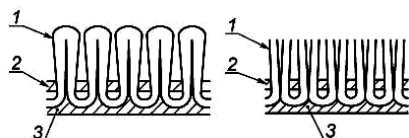


Рис. 2

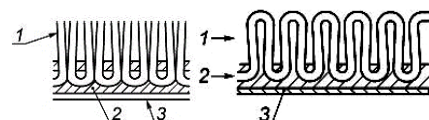


Рис. 3

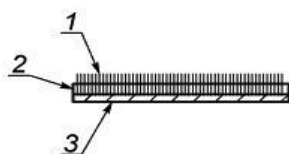


Рис. 4

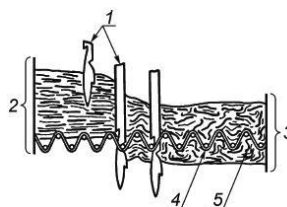


Рис. 5

На ковровые покрытия и изделия устанавливают два сорта: 1 и 2-й, в зависимости от количества пороков [ГОСТ 28867–90]. Отличительной особенностью европейской

системы оценки качества ковровых напольных покрытий [1] является система их классификации, ориентированная, в первую очередь, на потребителя.

Текстильные напольные покрытия классифицируются по их соответствию различным областям назначения, определяемым наиболее важными свойствами: износостойкостью и внешним видом. Эти свойства характеризуются с помощью описания потребительской оценки (классы области

назначения от 1 до 4 в возрастающем порядке интенсивности использования) в зависимости от интенсивности использования ковра (табл. 1 – классификация ковровых напольных покрытий по областям назначения).

Т а б л и ц а 1

Класс использования	Интенсивность использования	Пример области назначения	
		жилые помещения	служебные помещения
1	легкая нагрузка	легкая	-
2	нормальная нагрузка	нормальная	-
3	сильная нагрузка	сильная	нормальная
4	экстремальная нагрузка	-	сильная

Результаты испытаний, выполненных по европейским нормам, дают четкую информацию не только об эксплуатационных характеристиках, но и классифицируют их по областям применения и степени комфортности. Такая информация, с одной стороны, позволяет проводить обоснованную ценовую политику, а с другой – помогает рядовому потребителю сделать правильный выбор, так как дает обобщенную информацию о предполагаемой покупке.

Прошедшей проверке качества в Немецком ковровом исследовательском институте TFI (Аахен, Германия) продукции присваивается знак Европейского коврового союза, так называемый "Ковровый знак", который в качестве защищенной торговой марки регистрируется в TFI с присвоением номера [2].

К ковровым напольным покрытиям в отечественном стандарте и европейских нормах могут быть установлены дополнительные требования: пригодность к роликовым стульям или лестницам, электризация при ходьбе, тепловое сопротивление, сохранение размеров или цвета, звукопоглощение и прочее. При этом не учитывается очень важное свойство – способность к загрязнению, что значительно может влиять на область их назначения.

С целью выяснения характера и механизма загрязнения ковровых материалов были проведены сравнительные натурные испытания наиболее распространенных ковровых материалов различных способов производства (табл. 2 – привес массы ковра

в процессе натуральных испытаний), отличающихся как составом, так и строением ворсовой поверхности.

1. Электрофлорированный (капроновый ворс, поливинилхлоридный грунт).

2. Тафтинговый (петлевой ворс из объемно-жгутовой капроновой нити, джутовая грунтовая ткань с латексным покрытием).

3. Клееный (петлевой ворс из полшерстяной пряжи, поливинилхлоридное покрытие).

4. Двухполотный жаккардовый (разрезной ворс из полшерстяной пряжи).

5. Иглопробивной (смешанный волокнистый состав – вискозный и капроновый штапель).

Наблюдение за эксплуатацией ковровых материалов проводили в течение шести месяцев, при этом визуально оценивался вид ворсовой поверхности, проводилось взвешивание, измерение толщины, подсчет наступаний, определялись привес массы и изменение толщины коврового материала в процессе испытаний.

В табл. 2 приведены результаты измерений загрязняемости напольных покрытий в процессе эксплуатации:

$$K_3 = \frac{\Delta M}{M_k} \cdot 100,$$

где K_3 – коэффициент загрязняемости, %; ΔM – привес массы загрязнителя на испытываемом образце, г; M_k – масса образца ковра, г.

№ образца	Коэффициент загрязняемости K_3 (%) от количества наступаний n , тыс.												
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
1	1,8	3,3	5,1	7,6	7,8	8,4	6,6	4,8	5,2	4,2	4,4	4,0	2,9
2	9,0	18,0	27,0	36,0	45,6	50,4	51,0	50,2	50,4	49,0	49,0	48,1	46,9
3	3,1	6,0	9,0	11,4	14,4	16,5	17,4	18,0	17,5	17,8	18,1	18,0	18,0
4	1,8	3,3	5,1	6,6	8,7	10,5	12,3	12,4	12,0	11,6	12,2	12,2	12,3
5	3,1	6,0	7,5	9,9	12,6	15,0	16,5	16,8	16,2	15,5	15,1	14,5	13,8

В результате проведенных испытаний было получено распределение ковровых материалов по степени загрязняемости, несколько отличающееся от визуальной оценки. Это объясняется тем, что подоснова первых трех типов ковровых материалов (табл. 1) не может впитывать в себя загрязнитель, а у образцов 4 и 5 загрязняется в основном ворсовый слой ковров.

Так как подложки составляют большую долю массы коврового материала и эти доли различны для ковров разного способа производства, то настоящий метод оценки, во-первых, недостаточно чувствителен, а во-вторых, субъективен. Поэтому в дальнейшем перешли к оценке загрязняемости только ворсового слоя материала (кроме иглопробивного ковра, не имеющего ворса):

$$K_{\text{ворса}} = \frac{\Delta M}{M_B} \cdot 100,$$

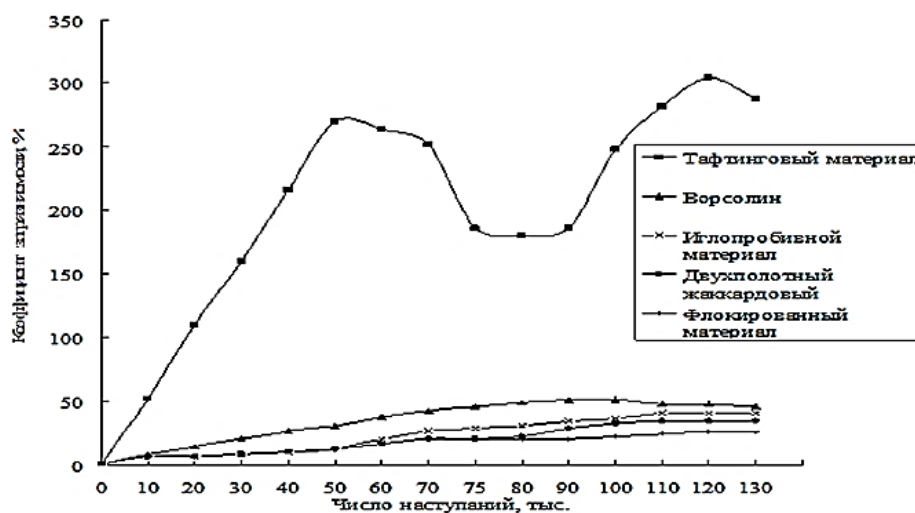


Рис. 6

Кинетика загрязняемости ковров имеет циклический характер, что особенно четко наблюдается в случае флокированного материала. Можно выделить следующие стадии:

где K_3 ворса – коэффициент загрязняемости, %; ΔM – привес массы загрязнителя на испытываемом образце, г; M_B – масса ворса образца, г.

После пересчета коэффициентов и анализа полученных зависимостей (рис. 6 – кинетика загрязнения ворсового покрова ковровых напольных покрытий при натуральных испытаниях) стало очевидным, что наиболее загрязнились образцы, ворс которых состоит исключительно из полиамидного волокна (электрофлокированный, тафтинговый, иглопробивной). В данном случае загрязняемость объясняется, очевидно, повышенной электризуемостью синтетического ворса.

Таким образом, на загрязняемость ковровых материалов в первую очередь влияет качественный состав волокна, а не структура ворсовой поверхности.

- до 50 тыс. наступаний – протекает процесс насыщения ворсовой структуры загрязнителем, коэффициент загрязняемости возрастает;

- после насыщения ворсовой структуры загрязнителем частички последнего агломерируются и начинают самопроизвольно высыпаться из ворсовой поверхности, наступает момент "самоочистки", коэффициент загрязнения снижается.

Затем процесс повторяется, но с меньшей интенсивностью ввиду постепенного заполнения вакантного объема остатками не вычищенного загрязнителя.

С целью моделирования процесса загрязняемости ковровых напольных покрытий было введено понятие скорости загрязнения ковровых материалов V , как привеса массы загрязнителя на единичной поверхности ковра в единицу времени:

$$V = \frac{\Delta M}{nS},$$

или

$$V = \frac{Kz_{\text{ворса}} G}{n},$$

где V – скорость загрязнения коврового материала, г/м²; n – количество наступаний; S – площадь ковра, м²; G – поверхностная плотность ворсового покрова, г/м².

С целью возможности отнесения коврового напольного покрытия к определенной области назначения необходимо установить связь скорости загрязнения с интенсивностью эксплуатации (количество наступаний в сутки):

$$V = \frac{Kz_{\text{ворса}} G}{Im},$$

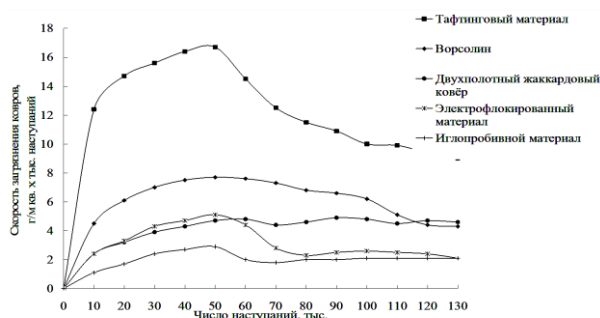


Рис. 7

где I – интенсивность ходьбы, наступаний/сутки; m – количество суток.

Полученная зависимость позволяет прогнозировать долговечность ковровых материалов, эксплуатируемых в помещениях различного типа, и подбирать соответствующую структуру ворсового покрова, зная расчетную скорость его загрязнения.

Параллельно расчету скорости загрязнения определяли скорость износа ковровых напольных покрытий $V_{и}$:

$$V_{и} = \frac{\Delta H}{n}, \text{ мм / наступаний в сутки,}$$

где ΔH – смятие коврового напольного покрытия, мм.

На графиках скоростей загрязнения ковровых материалов (рис. 7 – кинетика скорости загрязнения напольных ковровых покрытий при натуральных испытаниях) можно выделить две стадии загрязнения. Первая стадия интенсивного загрязнения соответствует, как показало параллельное исследование износостойкости ковровых материалов (рис. 8 – кинетика скорости износа напольных ковровых покрытий при натуральных испытаниях), первой стадии износа, которая протекает у всех типов ковров до 50 000 наступаний и сопровождается смятием ворса. Во второй стадии скорость загрязнения падает и очевидно достигнет нуля при полном загрязнении материала. Падение скорости следует объяснить уменьшением вакантного объема ворсовой структуры, связанной со смятием и износом материала.

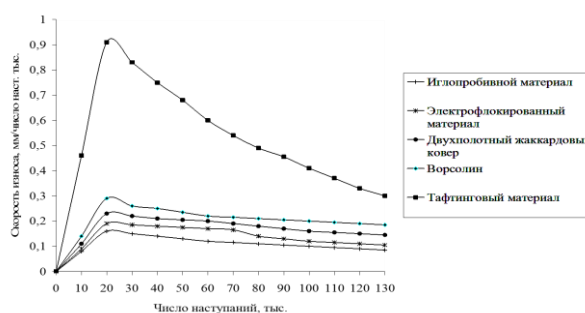


Рис. 8

ВЫВОДЫ

1. При натуральных испытаниях ковровых напольных покрытий выявлено, что наибольшему загрязнению подвергается электрофлорированный ковер.
2. В процессе эксплуатации наблюдается цикличность процесса загрязнения, объясняющаяся фазами "самоочистения ворсового слоя".
3. Исследования показали корреляцию загрязняемости с их износом.
4. Первая стадия интенсивного загрязнения соответствует первой стадии износа, которая протекает у всех типов ковров до 50 000 наступаний и сопровождается смятием ворса. Во второй стадии скорость загрязнения падает и очевидно достигнет нуля при полном загрязнении материала.
5. Введение понятия интенсивности эксплуатации и расчет скорости загрязне-

ния ковровых напольных покрытий позволит определить назначение каждого конкретного напольного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Textile Bodenbeläge Einstufung von Polterpichen Deutsche Fassung EN 1307: 1997.
2. Анисимова Т.Н. Прогрессивные методы оценки потребительских свойств ковровых напольных покрытий // Технический текстиль. – 2003, №5.

REFERENCES

1. Textile Bodenbeläge Einstufung von Polterpichen Deutsche Fassung EN 1307: 1997.
2. Anisimova T.N. Progressivnye metody ocenki potrebitelskih svojstv kovrovyyh napolnyh pokrytij // Tehnicheskij tekstil. – 2003, №5.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы. Поступила 20.02.17.

УДК 667.01

АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ СЖАТИИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ И ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ

ANALYSIS OF DEFORMATION MATERIALS UNDER CYCLIC COMPRESSION IN THE LAB AND OPERATION OF THE PRODUCT

Е.Ю. ВОЛКОВА, А.И. ДЕРЯБИНА, Л.Н. ЛИСИЕНКОВА, Ю.С. МЯЗИНА
E.YU. VOLKOVA, A.I. DERYABINA, L.N. LISIENKOVA, YU.S. MYAZINA

(Филиал Южно-Уральского государственного университета
(Национальный исследовательский университет), г. Златоуст)
(South Ural State University (National Research University) the Branch in Zlatoust)
E-mail: ptis@zb-susu.ru

В работе исследовано изменение деформации нетканых материалов при эксплуатации и в лабораторных условиях при циклическом сжатии материалов. Методом экстраполяции экспериментальных данных найдены функциональные зависимости, описывающие изменение деформации исследованных объектов в эксплуатационной носке и в лабораторных условиях при циклическом сжатии. Установлен коэффициент подобия между периодами носки изделий и циклами сжатия в лабораторных условиях, значение которого составляет 15.

We have investigated the change of nonwovens deformation during operation and in vitro during cyclic compression of materials. The method of extrapolation of experimental data found functional dependence describing the change in the strain studied objects in the operational wear and in the laboratory under cyclic compression. Established similarity coefficient between periods of wear products and compression cycles in the laboratory, the value of which is 15.

Ключевые слова: циклическое сжатие, деформация, эксплуатация.

Keywords: cyclic compressive, deformation, operation.

Во время эксплуатации изделия подвергаются внешнему силовому давлению, приводящему к сжатию материалов. Применяющиеся в изделиях осеннего и зимнего ассортимента утепляющие нетканые материалы при действии силового давления изменяют толщину. Многократное сжатие материалов может сопровождаться накоплением в них остаточных деформаций. Наиболее интенсивное изменение первоначальной толщины материалов наблюдается в течение первых 50 дней эксплуатации изделия [1]. Для объективной оценки прогнозирования поведения объемных нетканых материалов в условиях производства и эксплуатации необходимы показатели, адекватно отражающие свойства материалов в условиях циклического сжатия.

Для оценки достоверности экспериментальных данных необходимо установить соответствие полученных значений деформации реальному поведению материалов после эксплуатации.

В процессе эксплуатации нетканые материалы подвергаются внешним механическим воздействиям, величина которых не превышает 10...20% от предельных.

Топография распределения нагрузок и деформаций в верхней одежде неравномерна. Во время эксплуатации данных изделий наибольшее изменение толщины при воздействии сжимающих усилий наблюдается в верхних частях спинки, деталей переда и на участках плотного прилегания изделия к фигуре человека [1]. Небольшие по величине (10...20% от предельных значений), но циклически повторяющиеся, внешние силовые воздействия могут приводить к возникновению остаточных деформаций на этих участках.

Для исследования поведения в эксплуатации утепляющих прокладочных материалов была изготовлена опытная партия женских утепляющих курток полуприлегающего силуэта 44 - 46 размера, включающая 8 изделий. Данный объем партии изделий обусловлен трудностями организации и высокой стоимостью изготовления изделий. Эксплуатация изделий проводилась в течение 8 месяцев, что составляет 2 осенне-весенних сезона в Уральском федеральном округе, группой студентов кафедры "Проектирование и технология изделий сервиса" филиала ЮУрГУ (НИУ) в г. Златоусте в соответствии с методикой [2]. Студентам были выданы куртки, изготовленные с применением объемного нетканого материала. Периодически у студентов изымали по два изделия, производили осмотр и измерение толщины. Опытная партия подвергалась регулярному осмотру и уходу в соответствии с инструкцией по эксплуатации изделий из применяемых материалов: основной – ткань плащевая саржа гладкокрашенная с гидрофобной пропиткой (артикул 3179), утепляющий – объемный утеплитель (синтепон) (артикул СК 150/300), подкладка – ткань шелковая, артикул 32014. Характеристика материалов, составляющих пакет изделия при эксплуатации, представлена в табл. 1. Для измерения толщины материала из партии изделий изымали по два изделия через каждые 2, 4, 6, 8 месяцев носки. Далее готовили пробы материала для испытания, полученные на различных топографических участках изделия (локоть, плечо, верхняя часть спинки и полочки). За окончательный результат измерения толщины материала после эксплуатации принимали

среднее значение данного показателя по всем топографическим участкам.

Изменение толщины фиксировали в специальных картах наблюдений. Критерием прогнозирования показателей качества при эксплуатации выбрана остаточная

деформация материалов после носки изделий. Для измерения остаточной деформации изделия выбран верхний участок деталей переда и спинки, которые в носке подвергаются наибольшей деформации.

Т а б л и ц а 1

Название материала	Волокнистый состав, %	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Условное обозначение
Синтепон арт. СК150/300	ВПЭф-100	140,0	7,8	С1
Ткань плащевая	Вхл-40 ВПЭф-60	104	0,45	Т1
Ткань подкладочная	НВис-100	75	0,10	Т2
Пакет	ВПЭф НВис Вхл	320	8,4	Т1С1Т2

Остаточную деформацию $\epsilon_{\text{ост}}$ пакета материалов после эксплуатации определяли путем линейного измерения как разность между толщиной до носки h_0 и толщиной того же участка после носки h_1 . Остаточную деформацию определяли как среднюю по измерениям 5 участков (табл. 2 – деформация пакета материалов после эксплуатации изделий) по формуле:

$$\epsilon_{\text{ост}} = (h_0 - h_1) / h_0, \quad (1)$$

где h_0, h_1 – толщина пакета до эксплуатации и после эксплуатации соответственно, мм.

Остаточную деформацию $\Delta h_{\text{ост}}$ пакета материалов после многоциклового сжатия на разработанном устройстве определяли по формуле:

$$\Delta h_{\text{ост}} = (\delta_0 - \delta_{\text{ц}}) / \delta_0, \quad (2)$$

где $\delta_0, \delta_{\text{ц}}$ – толщина пробы до циклов сжатия, после циклического сжатия и отдыха соответственно, мм.

Т а б л и ц а 2

Материал	Остаточная деформация $\epsilon_{\text{ост}}$, %			
	период, месяцы			
	2	4	6	8
Пакет № 1	13,74	19,51	25,35	28,64

Анализ результатов показал, что наибольшее увеличение остаточной деформации материалов пакета изделия происходит в первые 50...60 дней носки, затем процесс накопления остаточной деформации замедляется. Установлено, что остаточная деформация накапливается в материалах пакета в первые 1,5...2 месяца носки изделий. Изменение остаточной деформации материалов при циклическом сжатии (а) и при эксплуатации (б) изделий наглядно показано на рис. 1.

Далее исследовали пакет материалов (табл. 1) в лабораторных условиях. Подготовка и испытание образцов соответство-

вали ГОСТ 13587–77 [3]. Относительная ошибка опытов составила 8...12 %, коэффициент корреляции составил 0,72... 0,84. Параметры и условия сжатия: рабочие размеры индентора $D = 30$ мм, пробы $d = 25$ мм; время нагружения и отдыха в цикле сжатия соответственно 5 с; усилие сжатия пробы 15 даН, циклическое давление на пробу 0,30 кПа, период нагружения 100...400 циклов [4].

Результаты оценки деформации материалов в условиях циклического сжатия представлены в табл. 3 (деформация пакета материалов после циклического сжатия).

Таблица 3

Материал	Остаточная деформация $\epsilon_{ост}$, %			
	количество циклов сжатия, n			
Пакет №1	100	200	300	400
	10,12	14,41	18,19	22,22

Методом экстраполяции эмпирических данных получены уравнения изменения величины остаточной деформации при лабораторных испытаниях и эксплуатации

(табл. 4 (аналитические уравнения изменения остаточной деформации в эксплуатации и в лабораторных условиях) и рис. 1).

Таблица 4

Материал	Эксплуатационная носка	R^2	Лабораторные испытания	R^2
Пакет №1	$y_1 = 11,54e^{0,117x}$	0,958	$y_2 = 10,73e^{0,441x}$	0,981

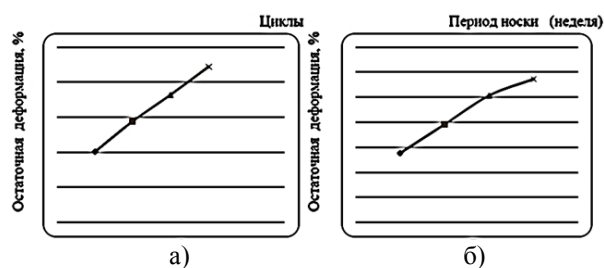


Рис. 1

Приравнивая уравнения y_1 и y_2 (табл. 4), логарифмируя их, выразили связь между днями носки и циклами испытания образцов на приборе:

$$11,54 e^{0,117x_{дни}} = 10,73 e^{0,441x_{циклы}},$$

$$\ln(e^{0,117x_{дни}}) = \ln 0,93 + \ln(e^{0,441x_{циклы}}),$$

$$x_{дни} = 14,3 + 0,002 x_{циклы}.$$

Для прогнозирования деформации при эксплуатации можно принять величину коэффициента подобия, равную 15. С целью определения остаточной деформации в эксплуатации циклы испытания на приборе нужно умножить на 4. Таким образом, методика оценки деформации в условиях циклического сжатия позволяет прогнозировать изменение деформации изделий в период эксплуатации.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально-аналитически установлена достаточно тесная связь характера (кинетики) изменения деформации исследованных объектов при эксплуатации изде-

лий и в лабораторных условиях при циклическом сжатии материалов, коэффициент корреляции составил $0,72 \dots 0,84$.

2. Методом экстраполяции экспериментальных данных найдены функциональные зависимости, описывающие изменение деформации исследованных объектов в эксплуатационной носке и в лабораторных условиях при циклическом сжатии. Установлен коэффициент подобия между периодами носки изделий и циклами сжатия в лабораторных условиях, значение которого составляет 15.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуцина К.Г., Беляева С.А., Командрикова Е.Я. Эксплуатационные свойства материалов для одежды и методы оценки их качества. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Методические указания по совершенствованию организации и проведение опытной носки швейных изделий. – М.: Изд-во ЦНИИТЭИЛегпром, 1986.
3. ГОСТ 20489–75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. – М.: Издательство стандартов, 1986.
4. Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н., Тарасова О.Ю. Моделирование деформации волокнисто-сетчатых материалов при циклическом сжатии // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, № 3. С. 29...34.

REFERENCES

1. Gushina K.G., Belyaeva S.A., Komandrikova E.Ya. Ekspluatacionnye svojstva materialov dlya odezhdy i metody ocenki ih kachestva. – M.: Legkaya i pishhevaya promyshlennost, 1984.

2. Metodicheskie ukazaniya po sovershenstvovaniyu organizatsii i provedenie opytnej noski shvejnyh izdelij. – M.: Izd-vo CNIITEILegprom, 1986.

3. GOST 20489–75. Materialy dlya odezhdy. Metod opredeleniya summarnogo teplovogo soprotivleniya. – M.: Izdatelstvo standartov, 1986.

4. Deryabina A.I., Lisienkova L.N., Tarasova O.Yu. Modelirovanie deformacii voloknisto-setchatyh mate-

rialov pri ciklicheskom szhatii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2015, № 3. S.29...34.

Рекомендована кафедрой проектирования и технологии изделий сервиса. Поступила 14.02.18.

УДК 677.03

**КОМПЛЕКСНЫЕ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
И МИКРОНЕЙР ХЛОПКОВЫХ ВОЛОКОН**

**INTEGRATED ASSESSMENTS OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY
AND MICRONAIRE COTTON**

В.О. СИМОНЯН, Н.А. КОРОЛЕВА, А.Ф. ПЛЕХАНОВ
V.O. SIMONYAN, N.A. KOROLEVA, A.F. PLEKHANOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: simonyanvo@yandex.ru, nalekor@mail.ru, vonahelp@mail.ru

Рассмотрены вопросы комплексной оценки качества хлопковых волокон. Показано, что расчетные комплексные показатели: индекс SCI, показатель геометрических свойств волокон Δ отражают прядильную способность хлопковых волокон. Установлено, что показатель микронейр является комплексной оценкой хлопковых волокон, которая зависит не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон. Предложено использовать показатель микронейр как комплексный индикатор технологической эффективности хлопковых волокон.

Address the issues of the integrated assessment of the quality of cotton fibers. It is shown that the calculated integrated indicators: index of SCI, index the geometric properties of Δ fibers reflect the ability of spinning of cotton. Found that the rate of micronaire is a comprehensive assessment of cotton, which depends not only on the linear density of fibers and their maturity, but also their shtapel'nuju length and proportion of short fibers. Proposed use as a comprehensive indicator of micronaire technological efficiency of cotton.

Ключевые слова: технологическая эффективность волокон, комплексная оценка качества хлопковых волокон, микронейр, комплексный показатель геометрических свойств волокон Δ , индекс SCI, штапельная длина, доля коротких волокон, зрелость волокон хлопка.

Keywords: technological efficiency of fibers, complex evaluation of the quality of cotton fibers, micronaire, complex index of geometric properties of fibers Δ , SCI index, staple length, fraction of short fibers, maturity of cotton fibers.

Оценкой технологической эффективности или прядильной способности волокон принято считать минимальную линейную плотность пряжи, которую технически возможно выработать из этих волокон. Именно это и лежит в основе брадфордской системы оценки качества однородных шерстяных волокон, суть которой: количество мотков пряжи длиной 560 ярдов, которые можно выработать из одного английского фунта гребенной ленты. Качество однородной шерсти является комплексным показателем технологической эффективности шерстяных волокон, и технологи по достоинству ценят удобство комплексной оценки, несмотря на то, что, конечно, существуют дополнительные показатели, более полно отражающие технологические свойства шерстяных волокон.

Аналогичный показатель в хлопчатобумажной промышленности практически не используется. Технологическую эффективность хлопковых волокон в соответствии с принятой в мире классификацией отражают тип (линейная плотность, длина и относительная разрывная нагрузка волокон), сорт (цвет) и класс (засоренность) волокон. Стремление к разработке единого комплексного показателя, отражающего технологическую эффективность хлопковых волокон, актуальна и с научной точки зрения вполне оправдана. Учитывая это, в Устер® Статистик приводится комплексный критерий – индекс SCI (Spinning Consistency Index), характеризующий прядильную способность хлопковых волокон. Индекс SCI рассчитывается по уравнению регрессии по показателям волокон при их испытании на измерительном комплексе HVI, так что по результатам испытаний хлопковых волокон можно оценить прядильную способность хлопковых волокон.

Индекс SCI по Устер® Статистик [1] имеет тренд роста в зависимости от клас-

серской штапельной длины (для уровня 50% USP™07 (здесь и далее используются обозначения фирмы Устер, отражающие уровень качества по Устер® Статистик в процентах относительно мировых производственных достижений. Использованное обозначение расшифровывается: уровень 50 процентов по Устер® Статистик 2007 года (среднемировой уровень)) индекс SCI растет от 100 до 225 при возрастании классерской штапельной длины от 31,5 до 46 мм). Конечно, было бы интереснее иметь информацию о статистике индекса SCI в зависимости от линейной плотности вырабатываемой пряжи. К сожалению, такая информация в Устер® Статистик отсутствует.

Исследования [2] показали, что индекс SCI типовых сортировок хлопка тем выше, чем меньше линейная плотность пряжи, для которой предназначена сортировка. Это подтверждает тот факт, что индекс SCI действительно характеризует технологическую эффективность хлопковых волокон.

Для комплексной оценки качества хлопковых волокон проф. К.И. Корицкий предложил использовать безразмерный комплексный показатель геометрических свойств волокон [3]:

$$\Delta = \frac{0,1L_{шт} (1 - 0,01n_k)z}{\sqrt{T_b}}, \quad (1)$$

где $L_{шт}$ – штапельная массодлина волокон, мм; n_k – доля коротких волокон, %; z – коэффициент зрелости волокон; T_b – линейная плотность волокон, текс.

Нами проведена оценка комплексного показателя геометрических свойств волокон по формуле (1) для типовых сортировок хлопка [4], предназначенных для выработки кардной кольцевой пряжи ткацкого (табл. 1) и трикотажного назначения (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

Линейная плотность пряжи, текс	14	25	29	34	50
Типовая сортировка	4-I	5-I (60%); 5-II (40%)	6-I (60%); 6-II (40%)	6-II (60%); 6-I (40%)	6-II

Т а б л и ц а 2

Линейная плотность пряжи, текс	15,4	25	29	38	56
Типовая сортировка	3-I (60%); 2-I (40%)	5-I	5-I (60%); 6-I (40%)	6-I (60%); 5-II (40%)	6-I (60%); 6-II (40%)

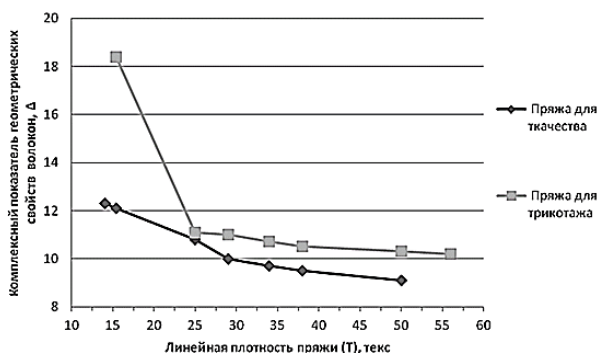


Рис. 1

На рис.1 показаны графики изменения комплексного показателя геометрических свойств волокон типовых сортровок хлопка для кардной кольцевой пряжи в зависимости от линейной плотности и назначения пряжи. Приведенные графики подтверждают утверждение, что комплексный показатель геометрических свойств хлопковых волокон является обобщенной достаточно точной оценкой технологической эффективности смеси хлопковых волокон.

Между предложенным комплексным показателем геометрических свойств волокон и показаниями прибора ЛПС-4 (аналог

прибора Микронейр) имеются функциональные зависимости, которые описываются уравнением кубической параболы [5]:

$$\Delta = a - bV + cV^2 - dV^3, \quad (2)$$

где V – показания прибора ЛПС-4, кПа; a, c, d – коэффициенты, зависящие от типа хлопковых волокон.

Линейная аппроксимация этого уравнения в интервале $2\text{кПа} < V < 4\text{кПа}$ с использованием метода наименьших квадратов позволяет получить уравнение:

$$\Delta = b_0 + b_1V. \quad (3)$$

В табл. 3 приведены значения коэффициентов b_0 и b_1 в зависимости от типа хлопковых волокон. На рис. 2 представлен график зависимости комплексного показателя геометрических свойств хлопковых волокон Δ от величины разряжения V на приборе ЛПС по типам волокон после линейной аппроксимации.

Таблица 3

Коэффициенты	Тип хлопковых волокон						
	1	2	3	4	5	6	7
b_0	24,238	22,249	21,133	17,671	15,819	15,241	14,442
b_1	- 2,276	- 1,894	- 1,891	- 1,742	- 1,418	- 1,325	- 1,243

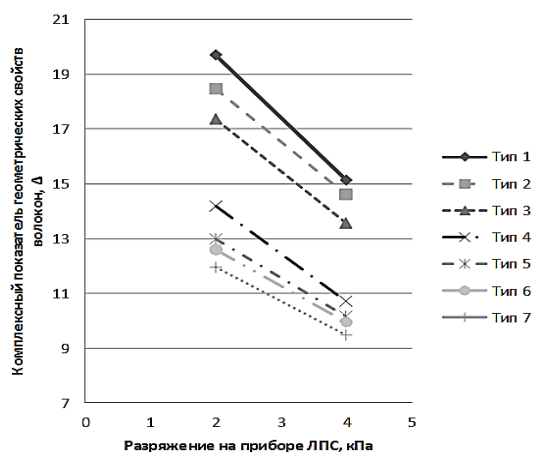


Рис. 2

Как видно из табл. 3, комплексный показатель геометрических свойств волокон яв-

ляется более чувствительным, чем показания прибора ЛПС-4 (модуль коэффициента $b_1 > 1,0$), причем чем выше качественные характеристики – меньше тип хлопковых волокон, тем выше чувствительность показателя. На рис. 3 приведен график зависимости показаний прибора ЛПС от типовых сортровок хлопка для кардной кольцевой пряжи. (На оси абсцисс указана линейная плотность пряжи, соответствующая следующим типовым сортировкам волокон: пряжа для ткачества 14 текс (сортровка 4-I); 25 текс (сортровка 5-I,5-II), 29 текс (сортровка 6-I, 6-II), 34 текс (сортровка 6-II, 6-I), 50 текс (сортровка 6-II); пряжа для трикотажа 15,4 текс (сортровка 3-I, 2-I),

25 текс (сортировка 5-I), 29 текс (сортировка 5-I, 6-I), 38 текс (сортировка 6-I, 5-II), 56 текс (сортировка 6-I, 6-II).

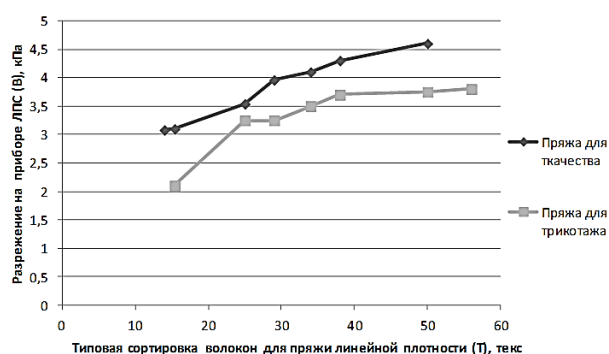


Рис. 3

Показатель микронейр (Mic) используется для экспрессной оценки качества хлопковых волокон (линейной плотности волокон и зрелости волокон [6]), который, в сущности, отражает сопротивление потоку воз-

духа пробы хлопковых волокон определенной массы, помещенной в цилиндр установленного диаметра и объема. Прежде всего следует отметить, что измерение показателя микронейр на современных приборах осуществляется с достаточно высокой точностью и воспроизводимостью. Межлабораторный разброс значений микронейр при использовании приборов HVI не превышает 2,5% [4], [7]. Многочисленные исследования показали – микронейр волокон является комплексной характеристикой прядильной способности (прядильной ценности) хлопковых волокон. Причем, по мнению исследователей, этот показатель отражает линейную плотность и зрелость волокон.

Вот как интерпретируется оценка показателя микронейр (табл. 4). Тонина хлопковых волокон находится в диапазоне от 2,0 до 6,0 микронейр, причем:

Таблица 4

Микронейр	Характеристика тонины волокон	Примечания
Ниже 2,9	очень тонкое	Возможно небольшое по периметру, но зрелое волокно (хорошее волокно)
2,9...3,7	тонкое	Различной степени зрелости и (или) величины периметра волокна
3,8...4,6	среднее	Средней зрелости и (или) величины периметра волокна
4,7...5,5	грубое	Обычно полностью развитое (полной зрелости), но значительной величины периметра волокна
5,6 и выше	очень грубое	Полностью зрелое волокно большого периметра

Определение показателя микронейр зафиксировано в Межгосударственном стандарте Узбекистана: "Показатель микронейр – Micronaire (Mic) – характеристика тонины и зрелости хлопкового волокна, определяемая по воздухопроницаемости пробы волокна".

Исследования, проведенные нами на кафедре текстильных технологий Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), показали, что микронейр – комплексный показатель, в определенной степени отражающий технологическую эффективность хлопковых волокон. Необходимы исследования, позволяющие раскрыть более полно сущность микронейр как комплексного показателя хлопковых волокон.

Из установленной зависимости между комплексным показателем геометрических свойств волокон и показаниями прибора ЛПС следует, что и показатель микронейр должен зависеть не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон. Такой же вывод следует и из анализа Устер® Статистик. Микронейр волокон по Устер® Статистик снижается с ростом классерской штапельной длины. Для уровня 50% USP™ 07 микронейр снижается для кардного хлопка от 4,2 до 4,0, с ростом классерской штапельной длины от 31 до 38 мм, для гребенного хлопка от 3,85 до 3,45, с ростом классерской штапельной длины от 38,5 до 46 мм.

Следует отметить еще одну особенность хлопковых волокон. Индекс коротких волокон SFI (%) по Устер® Статистик растет при снижении классерской штапельной длины от 2 % и менее (уровень < 5% USP™ 07) для гребенного хлопка, до 19 % и более (уровень > 95% USP™ 07) для кардного хлопка.

Испытания на приборе микронейр с использованием калибровочного хлопкового волокна Upland (США) с микронейром 2,81 (длины по фиброграмме: длина 2,5% перекрытия 1,0 дюйм, длина 50% перекрытия 0,47 дюйм, коэффициент равномерности по длине UR 47%) подтвердили, что с увеличением доли коротких волокон микронейр хлопковых волокон растет. Пробы для испытаний готовили добавлением в калибровочный хлопок соответствующего количества коротких волокон (длиной менее 10 мм) из волокон калибровочного хлопка.

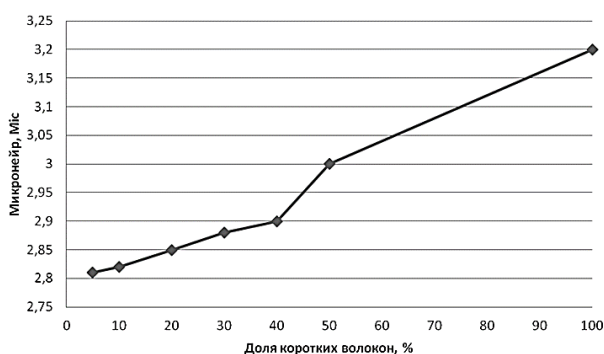


Рис. 4

На рис. 4 приведен график зависимости микронейр волокон от доли коротких волокон в калибровочном хлопковом волокне. Приведенный анализ свидетельствует, что микронейр волокон зависит не только от линейной плотности и зрелости волокон, но и от их штапельной длины и доли коротких волокон. Микронейр является комплексным индикатором технологической эффективности хлопковых волокон.

ВЫВОДЫ

1. Комплексные показатели хлопковых волокон (индекс SCI, безразмерный комплексный показатель геометрических

свойств волокон Δ) являются расчетными и в целом отражают технологическую эффективность волокон. Однако они не получили широкого использования в хлопчатобумажной промышленности.

2. Преимуществом комплексного показателя микронейр является то, что он может быть измерен экспрессно, непосредственно на приборе. Микронейр волокон зависит не только от линейной плотности волокон и их зрелости, но также от штапельной длины и доли коротких волокон. Микронейр хлопковых волокон является индикатором технологической эффективности хлопковых волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Uster® Statistics. <https://www.uster.com/en/service/uster-statistics/>.
2. Симонян В.О., Андропова Е.В. Критерий SCI типовых сортровок хлопка // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, № 7. С.21...25.
3. Qualitätsmanagement in der spinnerei. – Uster News Bulletin. №39, august, 1993.
4. Симонян В.О., Галкин В.Ф., Дмитриев О.Ю., Тарасов В.Л. Проектирование технологии производства хлопчатобумажной пряжи. – М.: ИНФРА-М, 2017. + Доп. материалы [Электронный ресурс; режим доступа <http://www.znaniium.com>].
5. Корицкий К.И. Техничко-экономическая оценка и проектирование текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
6. American Cotton. Company Profiles. Cotton Group USA, L.L.C. Adolf Hanslik Cotton Company. Texas Cotton Marketing Corporation. – Labok, USA, 1996.
7. Разумеев К.Э., Пашин Е.Л., Плеханов А.Ф. Классификация и методы испытаний отечественного натурального текстильного сырья. – Одинцово: АННО ВПО "Одинцовский гуманитарный институт", 2013.

REFERENCES

1. Uster® Statistics. <https://www.uster.com/en/service/uster-statistics/>.
2. Simonyan V.O., Andronova E.V. Kriterij SCI tipovyh sortirovok hloпка // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2010, № 7. S.21...25.
3. Qualitätsmanagement in der spinnerei. – Uster News Bulletin. №39, august, 1993.
4. Simonyan V.O., Galkin V.F., Dmitriev O.Yu., Tarasov V.L. Proektirovanie tehnologii proizvodstva hloпchatobumazhnoj pryazhi. – М.: INFRA-M, 2017. + Dop. materialy [Elektronnyj resurs; rezhim dostupa <http://www.znaniium.com>].

5. Korickij K.I. Tehniko-ekonomicheskaya ocenka i proektirovanie tekstilnyh materialov. – M.: Legkaya i pishevaya promyshlennost, 1983.

6. American Cotton. Company Profiles. Cotton Group USA, L.L.C. Adolf Hanslik Cotton Company. Texas Cotton Marketing Corporation. – Labok, USA, 1996.

7. Razumeev K.E., Pashin E.L., Plehanov A.F. Klassifikaciya i metody ispytanij otechestvennogo naturalnogo tekstilnogo syrya. – Odincovo: ANNO VPO "Odincovskij gumanitarnyj institut", 2013.

Рекомендована кафедрой текстильных технологий. Поступила 01.09.17.

УДК 677.021

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ КРУТКИ В ГОТОВОЙ ВЬЮРКОВОЙ ПРЯЖЕ

THE MECHANISM OF OCCURRENCE OF TWIST IN THE FINISHED YARN FINCHES

Н.С. КУЗНЕЦОВА, В.И. ЖУКОВ, А.А. ТЕЛИЦЫН
N.S. KUZNETSOVA, V.I. ZHUKOV, A.A. TELITSIN

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье рассмотрены теоретические вопросы формирования крутки льняной вьюрковой пряжи. Предложены модели, объясняющие механизм возникновения кручений в готовой пряже, сформированной вьюрковым способом. Разработан прибор для экспериментального определения компонентов деформации кручения, построены и проанализированы графические зависимости, определены доли упругой, эластической и пластической составляющих деформаций кручения.

The article deals with the theoretical issues of the flax yarn twist formation. Proposed model explaining the mechanism of occurrence of torsions in Ho-tum yarn formed finches way. Developed a device for experimental determination of strain components of the torsion are constructed and analyzed according to the graphics, specified shares of the elastic, elastic and plastic composition-MATIC torsion.

Ключевые слова: кручение пряжи воздушным вихрем, аэродинамическое крутильное устройство, льняная пряжа, вьюрковый способ, деформация кручения.

Keywords: the twist in the yarn by air vortex, aerodynamic balance weight on inner side ing device, linen yarn, Finch method, the torsional strain.

Формирование пряжи на прядильных машинах состоит из трех процессов: утонение ровницы, кручение мычки и наматывание готового продукта на бобину. Процесс кручения формирования льняной пряжи

мокрого прядения вьюрковым способом на сегодняшний день изучен недостаточно. Кручение продукта осуществляется воздушным вихрем, создаваемым в пневматических вьюрках аэродинамического кру-

тельного устройства (АКУ) [1], [2], [5]. При таком способе закручивания продукта считается, что пряжа получает ложное кручение [6], то есть перед вьюрком пряжа получает кручение в одну сторону, после вьюрка – в противоположную, и в результате суммарная крутка на готовом продукте равна нулю. Фактически в готовой пряже, сформированной вьюрковым способом, существуют участки с реальной круткой.

Важным моментом в понимании вопроса возникновения крутки на готовой вьюрковой пряже является особенность процесса наматывания. После кручения в АКУ 1-2 наматывание пряжи на бобину осуществляется мотальным валом 5, раскладка витков происходит при помощи нитераскладчика 3, который движется возвратно-поступательно вдоль бобины с пряжей 4. Совокупность сложной структуры продукта и воздействие мотального барабана на продукт способствуют появлению зоны сохранения крутки (рис. 1 – трехзонное кручение продукта в АКУ: 1 – вытяжная пара, 2,3 – пневматические вьюрки, 4 – бобина с пряжей).

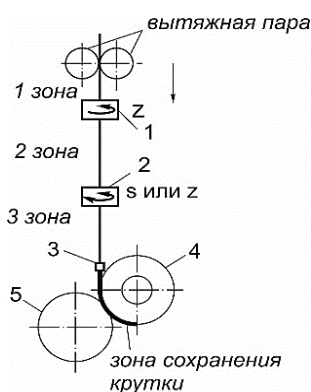


Рис. 1

Также известно, что нитераскладчик оказывает влияние на крутку в готовой пряже [4]. При этом очевидно, что в крайних положениях крутка продукта будет наименьшей. При небольшом значении нагона нитераскладчик выступает порогом кручения и не дает крутке $KЗ^I$ и $KЗ^{II}$ проникнуть дальше по ходу движения продукта (рис. 2 – наматывание пряжи). Многочисленные экспериментальные исследования пряжи действительно показывают наличие крутки и ее периодичность.

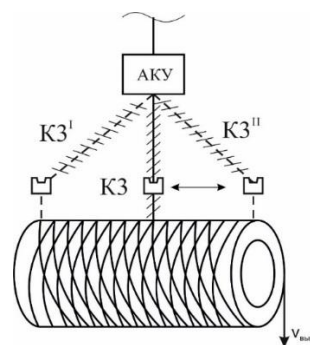


Рис. 2

Учитывая то, что крутка продукта создается при помощи аэродинамического устройства, в котором нет жесткого зажима пряжи, можно лишь приблизительно прогнозировать величину остаточной крутки в готовой пряже, решая динамические уравнения, описывающие динамику кручения в двух- и трехзонных АКУ [3].

Так как доказано, что при кручении продукта двумя вьюрками участки с круткой действительно существуют, следовательно, в зоне после нитераскладчика крутка сохраняется.

Для анализа состояния продукта зону сохранения крутки (рис. 1) разобьем на участки формирования структуры пряжи: а–b, b–с, с–d (рис. 3 – зона сохранения крутки).

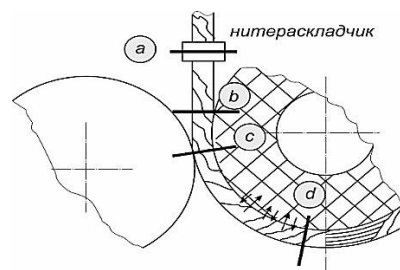


Рис. 3

Границы участков: а – середина нитераскладчика; b – точка касания продукта с бобиной; с – точка прижима мотального вала к бобине; d – находится в нижней части бобины с пряжей. Возникает вопрос, как образующаяся в третьей зоне крутка остается на готовой пряже?

Выдвинуто предположение, что это происходит ввиду появления эластической и пластической составляющей деформаций

кручения продукта (рис. 4 – компоненты деформации кручения).

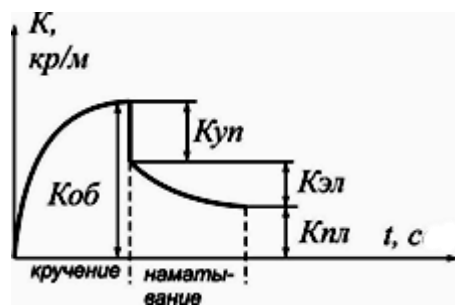


Рис. 4

В сформированной пряже после нитераскладчика часть кручений исчезнет мгновенно ввиду того, что макромолекулы под действием сил межмолекулярного взаимодействия стремятся вернуться в исходное состояние, это упругая составляющая деформации. Остальные составляющие деформации ввиду быстротечности процесса наматывания сохраняются, то есть части смещенных макромолекул требуется неко-

торое время, чтобы они вернулись в исходное положение и восстановили старые межмолекулярные связи (эластическая), или сместившиеся под действием нагрузки макромолекулы не могут вернуться в исходное положение (пластическая). Далее пряжа, наматываясь на бобину в мокром виде, во-первых, подвергается прижиму мотальным барабанчиком, и, вероятно, дополнительное влияние оказывает природная "липкость" волокон, что вызывает фиксацию крутки на сформированной пряже.

Следовательно, на участке а–b происходит сохранение крутки благодаря возникновению эластической и пластической составляющих деформации, в зоне b–с оставшаяся часть крутки фиксируется мотальным валом, который выполняет роль нажимного валика, не давая продукту раскрутиться, в зоне с–d продолжается фиксация крутки вследствие природной цепляемости натуральных льняных волокон и размягченных связующих.

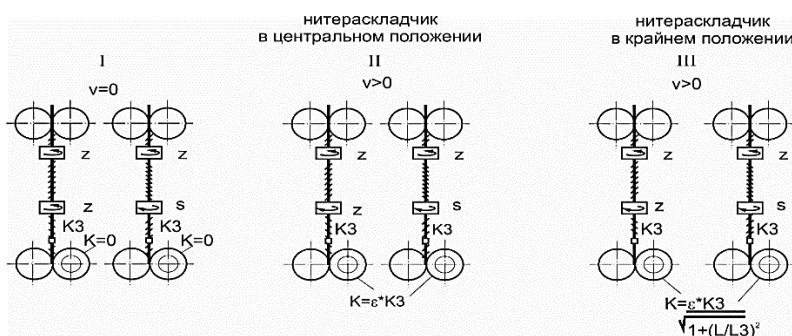


Рис. 5

Рассмотрим состояние I (рис. 5 – состояние продукта при кручении в АКУ), где продукт находится в АКУ и получает кручение воздушным вихрем, но движение отсутствует ($V=0$). В третьей зоне продукт получает крутку K_3 , по теории ложного кручения крутка готовой пряжи равна нулю.

Анализируя процесс далее, рассмотрим состояния II и III. В состоянии II – нитераскладчик находится в центральном положении, в состоянии III – в крайнем положении.

Рассмотрим состояние II, где продукт находится в АКУ, получает кручение воздушным вихрем и движется ($V>0$). В третьей зоне продукт получает крутку K_3 ,

длина этой зоны увеличивается до точки касания пряжи с бобиной. При движении продукта дальше в нем могут сохраниться кручения ввиду того, что волокна не могут вернуться в исходное состояние, и на участке b–с продукт будет иметь крутку, равную $K_3 \cdot \varepsilon$, (ε – доля остаточной деформации). При этом знак крутки будет таким, каким он был в третьей зоне, то есть может быть как s, так и z [3]. На участке b–с мотальный вал, прижимаясь к бобине, зафиксирует крутку, двигаясь дальше, на участке с–d находящийся в мокром состоянии продукт взаимодействует с предыдущим слоем пряжи и окончательно закрепляет крутку.

Рассмотрим состояние III, где продукт находится в АКУ, получает кручение воздушным вихрем и движется ($V > 0$). В третьей зоне продукт получает крутку КЗ, длина этой зоны от второго вьюрка до точки а – нитераскладчика. При движении по участку а–b в продукте могут сохраниться кручения из-за остаточной (пластической и эластической) деформации, но значение крутки при этом уменьшится в

$$\sqrt{1 + \left(\frac{L}{L_3}\right)^2} \text{ раз, где } L = -\frac{L_{\text{пак}}}{2} \dots \frac{L_{\text{пак}}}{2} \quad [4].$$

На участках b–c и c–d процессы такие же, как и в состоянии II.

Для изучения явления появления остаточной деформации пряжи при кручении проведены экспериментальные исследования по определению компонентов деформации кручения. Для их осуществления был разработан прибор (рис. 6 – прибор для определения крутки). В отличие от приборов для определения крутки и величины крутящего момента как функции крутки, использующих косвенный метод измерения, разработанный прибор позволяет непосредственно определять крутку в любом сечении испытываемого образца мычки.

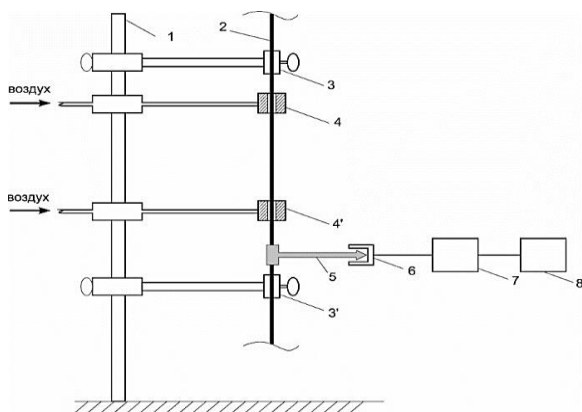


Рис. 6

Прибор содержит штатив 1, выполняющий роль несущего элемента конструкции, кронштейны с зажимами 3 и 3' и кронштейны с вьюрками 4 и 4', которые могут перемещаться по штативу и фиксироваться в любом положении.

Закрепленные на кронштейнах два пневмовьюрковых устройства 4 и 4' могут создавать различные направления крутки.

Количественная оценка оборотов продукта производится прикрепленной к мычке фольговой стрелкой 5, проходящей через бесконтактный датчик 6, который подает сигнал через усилитель 7 на ЭВМ – 8.

Методика проведения экспериментальных исследований заключается в следующем. Льняная мычка 2, снятая с выпуска вытяжной пары прядильной машины, в мокром натуральном состоянии закрепляется в зажимах 3 и 3'. Во вьюрковые устройства 4 и 4' подается сжатый воздух под давлением P, и производится регистрация количества оборотов продукта на ЭВМ. После прекращения подачи воздуха происходит раскручивание мычки, производится регистрация количества оборотов через некоторые интервалы времени, затем рассчитывается крутка.

По разработанной методике были проведены испытания по определению остаточной крутки в третьей зоне после закручивания мычки пневматическими вьюрками. Исследования показали, что закрученная мычка после остановки процесса кручения частично сохраняет приобретенное число кручений, это может служить объяснением возникновения крутки в готовой пряже. Результаты испытаний приведены в табл. 1 (исследования релаксационных процессов деформации кручения мычки при помощи двух вьюрков).

В результате обработки экспериментальных испытаний построены графические зависимости (рис. 7 – релаксационные процессы изменения количества кручений в мычке, закрученной во вьюрках (а – вращение воздуха в противоположные стороны; б – вращение воздуха в одну сторону)) и установлено:

- для разнонаправленного воздушного вихря: упругая составляющая деформации кручения в среднем 33,2%, эластическая составляющая деформации кручения в среднем 15,5%, пластическая составляющая деформации кручения в среднем 51,2%;

- для однонаправленного воздушного вихря: упругая составляющая деформации кручения в среднем 34,4%, эластическая составляющая деформации кручения в среднем 13,5%, пластическая составляющая деформации кручения в среднем 52,6%.

Давление, подаваемое в АКУ, МПа	Крутка мычки в третьей зоне в начальный момент времени после остановки АКУ, кр/м	Крутка мычки через 5с, кр/м	Крутка мычки в через 10 с, кр/м	Крутка мычки через 30 с, кр/м	Крутка мычки через 3 мин, кр/м	Крутка мычки через 4 мин, кр/м
Воздушные вихри во вьюрках направлены в противоположные стороны						
0,1	500	350	341	300	270	270
0,15	520	362	346	296	274	274
0,2	544	364	351	310	280	270
0,25	581	370	356	312	284	282
0,3	590	376	364	316	290	290
Воздушные вихри во вьюрках направлены в одинаковые стороны						
0,1	490	326	320	296	273	272
0,15	515	348	340	297	276	276
0,2	529	351	350	312	279	279
0,25	562	364	357	314	282	282
0,3	575	369	362	317	293	291

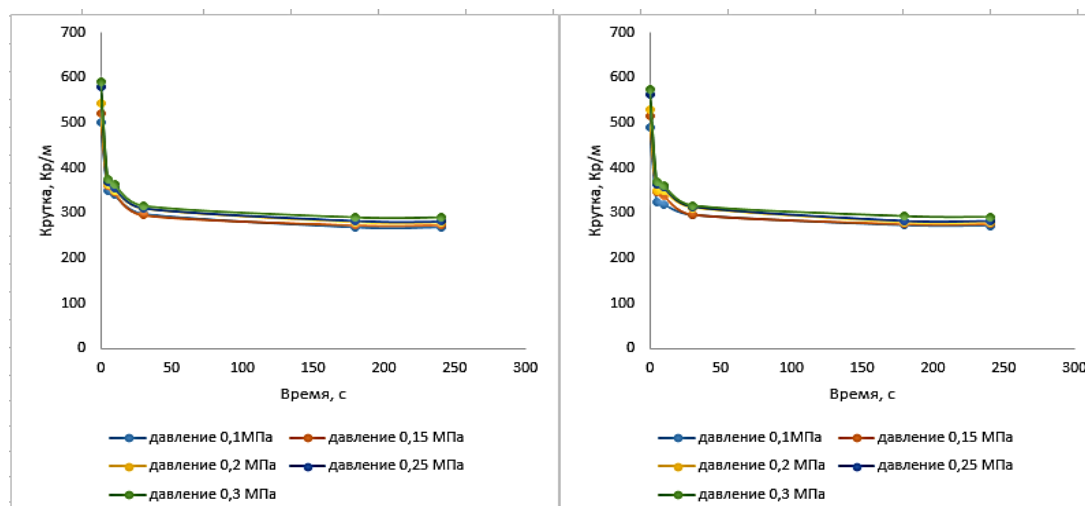


Рис. 7

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования доказывают возможность появления крутки в готовой вьюрковой пряже, так как пластическая деформация, вызванная процессом кручения, не дает волокнам моментально вернуться в начальное недеформированное состояние.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С., Проталинский С.Е. Вьюрковое прядение льна. – Кострома, 2013.
2. Кузнецова Н.С., Ильин Л.С. Двухвьюрковый способ получения льняной пряжи // Междунар. науч.-техн. конф.: Современные технологии и обо-

рудование текстильной промышленности (Текстиль 2009). – М., 2009.

3. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Динамика кручения пряжи при вьюрковом прядении // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3. С.61...63.

4. Кузнецова Н.С. Особенности формирования крутки льняной вьюрковой пряжи без разделения зон кручения и намотки // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

5. Кузнецова Н.С., Телицын А.А., Ильин Л.С. Разработка двухвьюркового способа для получения бескруточной пряжи // Мат. Междунар. науч.-практ. конф.: Повышение конкурентоспособности льняного комплекса России в современных условиях. – Вологда: ИЦ ВГМХА, 2009. С.203.

6. Павлов Ю.В. Неподвижные вьюрки в прядении. – М.: Легкая Индустрия, 1978.

REFERENCES

1. Kuznecova N.S., Ilin L.S., Protalinskij S.E. Vyurkovoe pryadenie lna. – Kostroma, 2013.
2. Kuznecova N.S., Ilin L.S. Dvuhvyurkovyj sposob polucheniya lnyanoj pryazhi // Mezhdunar. nauch.-tehn. konf.: Sovremennye tehnologii i oborudovanie tekstilnoj promyshlennosti (Tekstil 2009). – M., 2009.
3. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Ilin L.S. Dinamika krucheniya pryazhi pri vyurkovom pryadenii // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2013, №3. S.61...63.
4. Kuznecova N.S. Osobennosti formirovaniya krutki lnyanoj vyurkovoj pryazhi bez razdeleniya zon krucheniya i namotki // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2013, №1.
5. Kuznecova N.S., Telicyn A.A., Ilin L.S. Razrabotka dvuhvyurkovogo sposoba dlya polucheniya beskrutochnoj pryazhi // Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Povyshenie konkurentosposobnosti lnyanogo kompleksa Rossii v sovremennyh usloviyah. – Vologda: IC VGMHA, 2009. S.203.
6. Pavlov Yu.V. Nepodvizhnye vyurki v pryadenii. – M.: Legkaya Industriya, 1978.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 16.02.18.

УДК 677.024

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ВЫРАБОТКИ ПЕТЕЛЬНОЙ ТКАНИ
С МИНИМАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ**

**DEVELOPMENT OF OPTIMAL TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF PRODUCING TERRY FABRICS
WITH A MINIMUM SURFACE DENSITY**

*С.С. ЮХИН, М.В. НАЗАРОВА, В.Ю. РОМАНОВ, С.Ю. БОЙКО
S.S. YUKHIN, M.V. NAZAROVA, V.YU. ROMANOV, S.YU. BOYKO*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Волгоградский государственный технический университет)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Volgograd State Technical University)
E-mail: yss@staff.msta.ac.ru; ttp@kti.ru; ttp2@kti.ru

В статье рассматривается вопрос об определении оптимальных технологических параметров выработки петельной ткани, обладающей минимальной поверхностной плотностью. В результате проведенных исследований была получена математическая модель зависимости поверхностной плотности от заправочных параметров ткацкого станка СТБМ-180. На основе полученной математической модели методом канонического преобразования модели получены оптимальные технологические параметры выработки петельной ткани.

Полученные оптимальные параметры изготовления петельной ткани обеспечивают стабильное протекание технологического процесса ткачества и получения ткани с заданными свойствами, а также приводят к улучшению ее эксплуатационных свойств.

The article deals with the question of determining the optimal process parameters generation terry fabric, which would have the minimum surface density. As a result conducted research was obtained the mathematical model dependence of the surface density of the initial parameters of the loom STBM-180. On the basis of a mathematical model by the method of canonical transformation model were obtained optimal technological parameters of development of the terry fabric.

These optimal parameters of manufacturing of terry cloth provides a stable technological process of weaving and produce fabrics with desired properties, and this will lead to the improvement of its operational properties.

Ключевые слова: петельные ткани, поверхностная плотность, оптимизация.

Keywords: terry fabric, surface density, optimization.

В комплексной программе развития текстильного производства до 2020 года намечено увеличение качества выпускаемой продукции, более полное удовлетворение разносторонних запросов населения в тканях, снижение материалоемкости при обязательном условии сохранения потребительских свойств и высокого качества ткани.

Улучшение качества тканей на большинстве предприятий текстильной промышленности достигается путем улучшения условий выработки тканей на уже установленном оборудовании.

На внутреннем рынке России постоянным спросом пользуются ткани ворсовой группы, в частности, петельные ткани, которые в основном идут на изготовление полотенец.

В связи с этим целью исследования является разработка оптимальных технологических параметров выработки петельных тканей высокого качества, а также повышения их эксплуатационных свойств без дополнительных затрат.

Поверхностная плотность ткани является одним из важнейших параметров ее строения, так как характеризует материалоемкость ткани, то есть определяет расход основной и уточной пряжи, затрачиваемый на выработку ткани, а также структуру ткани и ее назначение.

Анализ научных работ, посвященных оптимизации [4], [6], показал, что критериями оптимизации работы ткацкого станка могут быть: производительность ткацкого станка, обрывность; из другой группы факторов – свойства ткани: прочность, растяжимость, упругость, долговечность, воздухопроницаемость и износостойкость.

Например, Баталко Т.П. в работе [1] разрабатывала оптимальные технологические параметры выработки хлопчатобумажной ткани "Лиана" из пряжи малой линейной плотности на станке АТПР-100-4. В качестве критериев оптимизации были приняты: поверхностная плотность ткани, раз-

рывная нагрузка ткани по основе и утку, стойкость ткани к истиранию, усадка после стирки. В качестве входных параметров были выбраны: заправочное натяжение нитей основы, величина заступа, положение скала относительно грудницы.

Зиятдинова В.В. в работе [2] провела оптимизацию двух технологических процессов – шлихтования и ткачества. При исследовании технологического процесса ткачества автор анализирует влияние таких факторов, как: заправочное натяжение нитей основы, угол заступа и величину выноса зева, а в качестве критериев оптимизации: поверхностная плотность, количество циклов на многократное истирание, разрывная нагрузка ткани по основе и утку. Внедрение найденных оптимальных технологических параметров изготовления высокоплотных тканей на станке СТБ-220 позволило снизить обрывность основы и повысить производительность ткацкого станка.

В работе Новикова О.А. [5] исследован процесс формирования тканей с продольными полосами на ткацком станке СТБ-175 из различного вида переплетения. Автором был проведен многофакторный эксперимент по плану Бокса. Критериями оптимизации служили натяжение нитей основы, уработка нитей основы, поверхностная плотность ткани. Управляемыми параметрами были заправочное натяжение, плотность ткани по утку, величина заступа. В результате работы определены оптимальные заправочные параметры изготовления тканей с продольными полосами.

Кузьмин В.В. в работе [3] исследовал условия выработки петельных тканей на станке АТМ-175-5 в зависимости от параметров строения и свойств тканей, а именно от плотности ткани по утку, линейной плотности нитей утка и заправочного натяжения нитей петельной основы. В качестве критериев оптимизации были выбраны: высота петли ткани, минимальная поверхностная плотность ткани, максимальная воздухо-

проницаемость ткани, максимальное водопоглощение ткани.

Исходя из анализа этих работ, также можно сделать вывод, что в качестве входных параметров при оптимизации процесса формирования ткани использовались факторы, определяющие заправку ткацкого станка: частота вращения главного вала станка, величина заступа, высота зева, величины заправочного натяжения, натяжение нитей основы в ветвях зева у опушки к моменту начала прибора, натяжение уточной нити в момент перекрытия ее нитями основы, положение скала относительно грудницы, угол прибора, диаметр основы на навое, положение основонаблюдателя, длина основы и ткани в рабочей зоне заправки станка, виды и форма зева и др., а также факторы, определяющие строение вырабатываемой ткани: линейная плотность основных и уточных нитей, плотность ткани по основе и утку, вид переплетения, вид пряжи, коэффициент наполнения ткани по основе и утку, фаза строения ткани.

Таким образом, на основании проведенного анализа научных работ в данной работе решается задача нахождения оптимальных технологических параметров для выработки петельной ткани на ткацком станке СТБМ-180, обладающей минимальной поверхностной плотностью.

Базой для проведения исследований по определению свойств петельной ткани являлась лаборатория ткачества Камышинского технологического института (филиал) Волгоградского государственного технического университета.

В качестве объекта исследования была выбрана хлопчатобумажная петельная ткань, вырабатываемая на ткацком станке СТБМ-180 [6]. Надо отметить, что особенностью строения петельной ткани является то, что для ее выработки требуется две системы основных и одна система уточных нитей.

Исследование поверхностной плотности ткани проводилось согласно ГОСТ 3811–72.

Из опыта работы ткацких фабрик и результатов анализа научных источников [4] известно, что наибольшее влияние на свойства ткани оказывают следующие заправочные параметры ткацкого станка: X_1 – заправочное натяжение коренной основы, сН; X_2 – заправочное натяжение петельной основы, сН; X_3 – величина задней части зева (вынос зева), мм [6].

Для изучения влияния технологических параметров выработки петельной ткани на ее поверхностную плотность использовали метод исследования – метод проведения эксперимента по матрице планирования Бокс-3. В таб. 1 представлены результаты эксперимента по плану Бокс-3.

Т а б л и ц а 1

№ п/п	X_1 , сН		X_2 , сН		X_3 , мм		Поверхностная плотность ткани M_c , г/м ²
	код.	нат.	код.	нат.	код.	нат.	
1	+	70	+	40	+	410	398,38
2	–	40	+	40	+	410	397,06
3	+	70	–	20	+	410	370,06
4	–	40	–	20	+	410	369,66
5	+	70	+	40	–	310	397,06
6	–	40	+	40	–	310	378,38
7	+	70	–	20	–	310	370,67
8	–	40	–	20	–	310	381,19
9	+	70	0	30	0	360	387,96
10	–	40	0	30	0	360	397,62
11	0	55	+	40	0	360	398,65
12	0	55	–	20	0	360	396,23
13	0	55	0	30	+	410	396,50
14	0	55	0	30	–	310	397,54

В результате обработки экспериментальных данных на ПЭВМ получено следующее регрессионное уравнение влияния

$$Y = 402,22 + 0,022X_1 + 8,172X_2 + 0,682X_3 + 3,77X_1X_2 - 0,8X_1X_3 + 4,02X_2X_3 - 9,431X_1^2 - 4,781X_2^2 - 5,2X_3^2.$$

На основании анализа уравнений регрессии, характеризующих двумерные сечения, изучения графического изображения функции отклика можно сделать следующие выводы:

1) максимальное влияние на поверхностную плотность ткани оказывает заправочное натяжение нитей петельной основы;

2) минимальное влияние на поверхностную плотность ткани оказывает заправочное натяжение нитей коренной основы;

3) при увеличении заправочного натяжения нитей коренной основы, заправочного натяжения нитей петельной основы и выноса зева поверхностная плотность ткани увеличивается.

В качестве метода оптимизации использовали метод канонического преобразования математической модели, в результате которого были получены поверхности отклика и их сечения.

В результате анализа этих сечений были получены следующие оптимальные параметры выработки петельной ткани, позволяющие выработать ткань с минимальной поверхностной плотностью: заправочное натяжение коренной основы 46 сН, заправочное натяжение петельной основы 20 сН, величина задней части зева 360 мм. Установка полученных оптимальных технологических параметров в ткацком производстве позволит выработать петельные ткани с минимальной поверхностной плотностью 366,8 г/м².

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенных экспериментальных исследований установлена математическая зависимость критерия оптимизации (поверхностная плотность ткани) от исследуемых параметров заправки ткац-

технологических параметров ткацкого станка СТБМ-180 (X_1 , X_2 , X_3) на поверхностную плотность петельной ткани:

кого станка: заправочное натяжение коренной основы, заправочное натяжение петельной основы, величина задней части зева.

2. Определены следующие оптимальные технологические параметры изготовления петельной ткани с минимальной поверхностной плотностью: заправочное натяжение коренной основы 46 сН, заправочное натяжение петельной основы 20 сН, величина задней части зева 360 мм.

3. Полученные оптимальные параметры изготовления петельной ткани на ткацком станке СТБМ-180 обеспечивают стабильное протекание технологического процесса ткачества и получения ткани с заданными свойствами, а также приводят к улучшению ее эксплуатационных свойств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баталко Т.П. Разработка оптимальных технологических параметров выработки хлопчатобумажных тканей из пряжи малой линейной плотности на станке АТПР: Дис... докт. техн. наук. – М., 1987.
2. Зиятдинова В.В. Разработка оптимальных технологических параметров изготовления высокоплотных тканей на бесчелночных ткацких станках: Дис... канд. техн. наук. – М., 1995.
3. Кузьмин В.В. Разработка метода проектирования петельных тканей по заданным параметрам: Дис... канд. техн. наук. – М., 2000.
4. Назарова М.В., Романов В.Ю. Определение оптимальных заправочных параметров строения петельной ткани // Современные проблемы науки и образования. – 2007, №4. С. 92...98.
5. Новикова О.А. Разработка метода проектирования и определение оптимальных параметров изготовления тканей комбинированных переплетений: Дис... канд. техн. наук. – М., 1996.
6. Романов В.Ю. Определение оптимальных параметров изготовления хлопчатобумажной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №2С. С. 64...66.

REFERENCES

1. Bataiko T.P. Razrabotka optimalnyh tehnologicheskikh parametrov vyrabotki hlochatobumazhnyh tkanej iz pryazhi maloj linejnoy plotnosti na stanke ATRP: Dis.... dokt. tehn. nauk. – M., 1987.
2. Ziyatdinova V.V. Razrabotka optimalnyh tehnologicheskikh parametrov izgotovleniya vysoko-plotnyh tkanej na beschelnochnykh tkackih stankah: Dis.... kand. tehn. nauk. – M., 1995.
3. Kuzmin V.V. Razrabotka metoda proektirovaniya petelnyh tkanej po zadannym parametram: Dis.... kand. tehn. nauk. – M., 2000.
4. Nazarova M.V., Romanov V.Yu. Opredelenie optimalnyh zapravochnyh parametrov stroeniya pete-

lnoj tkani // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2007, №4. S. 92...98.

5. Novikova O.A. Razrabotka metoda proektirovaniya i opredelenie optimalnyh parametrov izgotovleniya tkanej kombinirovannyh perepletений: Dis.... kand. tehn. nauk. – M., 1996.

6. Romanov V.Yu. Opredelenie optimalnyh parametrov izgotovleniya hlochatobumazhnoy tkani // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti*. – 2008, №2S. S. 64...66.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства КТИ (филиал) ВГТУ. Поступила 11.01.16.

УДК 677.053.7

НАТЯЖЕНИЕ НИТИ ПРИ СМАТЫВАНИИ ЕЕ С БОБИНЫ НА СНОВАЛЬНО-ШЛИХТОВАЛЬНОМ АГРЕГАТЕ

THREAD TENSION WHEN WINDING IT FROM THE BOBBIN ON THE WARPING AND SLASHING UNIT

T.B. SMIRNOVA, V.L. MAKHOVER
T.V. SMIRNOVA, V.L. MAKHOVER

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: ttp@ivgpu.com

Исследовано натяжение нити при осевом сматывании ее с бобины шпулярника сновально-шлихтовального агрегата. Получены адекватные математические модели, позволяющие установить условия для создания рекомендуемого натяжения нити.

Studied the tension of the threads under axial winding it from the bobbin carrier warping and slashing unit. The adequate mathematical model, allowing to establish conditions to establish the recommended thread tension.

Ключевые слова: натяжение нити, сновально-шлихтовальный агрегат, математическая модель, экспериментальный стенд, исследуемые факторы.

Keywords: the thread tension, warping and slashing unit, a mathematical model, experimental stand, the studied factors.

Согласно [1] скорость сматывания нитей с бобин шпулярника сновально-шлихтовального агрегата [2] в 6...8 раз меньше скорости процесса партионного снования. Поэтому практический интерес представляет экспериментальное исследование

натяжения нити, сматывающейся со шпулярника при скоростях, близких к скоростям на сновально-шлихтовальном агрегате.

Целью настоящего исследования является получение и анализ математической

модели для натяжения нити, сматывающейся со шпулярика при скоростях, близких к скоростям на сновально-шлихтовальном агрегате.

В работе использовали полный факторный эксперимент ПФЭ³. На основании

априорных сведений о процессе в план эксперимента по изучению натяжения были включены три наиболее существенных фактора, наименования которых, их уровни и интервалы варьирования указаны в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Обозначение и наименование факторов	Уровни варьирования x_i			Интервалы варьирования J_i
	-1	0	+1	
X_1 – скорость сматывания, м/мин	80	100	120	20
X_2 – диаметр бобины, мм	80	150	220	70
X_3 – вес шайбы в натяжном приборе, сН	9	18	27	9

Эксперимент проводили с хлопчатобумажной пряжей двух подходящих линейных плотностей 18,5 и 42 текс, используемых для выработки исследуемых артикулов тканей – марля арт. 6498 и бязь арт. 299 соответственно. Нити в опытах сматывались с цилиндрических бобин пневмомеханического способа прядения на специальном стенде, изготовленном на базе мотальной машины типа М-150. Функциональная схема экспериментального стенда приведена на рис. 1.

Стенд включает в себя имеющиеся на мотальной машине: боковой электродвигатель 1, ведущий и ведомый шкивы 2 и 3 клиноременной передачи, вал 4 мотальных барабанчиков. Вместо последнего (крайнего) мотального барабанчика на машине был установлен цилиндрический двухступенчатый наматывающий блок 5 с различными диаметрами D_1 и D_2 , позволяющими осуществлять разные линейные скорости сматывания нити с бобины 7.

Нить 6 (рис. 1), сматываемая с бобины 7, проходит через шайбовый натяжной прибор 8, датчик 9 измерителя натяжения и наматывается на одну из цилиндрических поверхностей наматывающего блока

5. Шкивы 2 и 3 специально были изготовлены с диаметрами $D=240$ мм и $d=80$ мм, а наматывающий блок 5 – с диаметрами $D_1=51$ мм и $D_2=76$ мм.

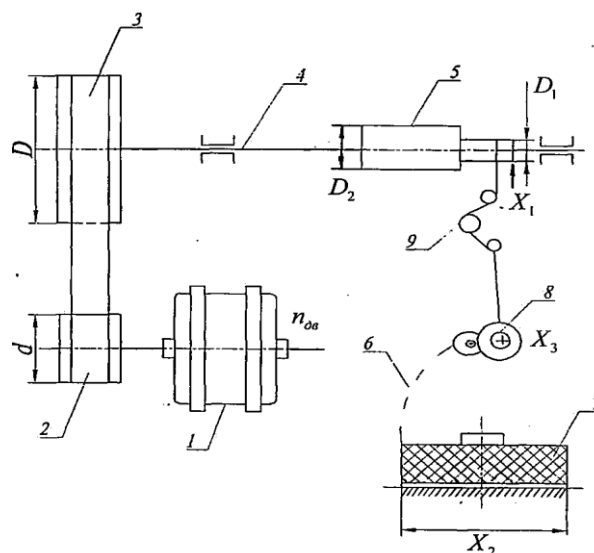


Рис. 1

При скорости вращения электродвигателя $n_{дв}=1500$ об/мин указанные размеры диаметров давали возможность получать две скорости наматывания нити и соответственно сматывания ее с бобины:

$$v_1 = n_{дв} \frac{d}{D} \pi D_1 = 1500 \frac{80}{240} \cdot 3,14 \cdot 0,051 \approx 80 \text{ м/мин,}$$

и

$$v_2 = n_{дв} \frac{d}{D} \pi D_2 = 1500 \frac{80}{240} \cdot 3,14 \cdot 0,076 \approx 120 \text{ м/мин.}$$

Измерение натяжения движущейся нити в зоне 9 (рис. 1) проводили с помощью цифрового переносного прибора МТ311 предприятия-изготовителя ЗАО "Метротекс" с относительной погрешностью измерения 2%.

Матрицы планирования эксперимента,

результаты опытов и их первичная математическая обработка приведены в табл. 2 (хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 18,5 текс для марли) и табл. 3 (хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 42 текс для бязи).

Т а б л и ц а 2

Номер опыта j	Кодированные значения факторов			Повторные опыты Y _{ji} , сН		\bar{y}_j , сН	$s_j^2\{y\}$, сН ²	Y _{Rj} , сН
	x ₁	x ₂	x ₃	1	2			
1	-	-	-	6	8	7,0	2,00	7,75
2	+	-	-	10	9	9,5	0,50	8,75
3	-	+	-	17	18	17,5	0,50	18,25
4	+	+	-	9	10	9,5	0,50	8,75
5	-	-	+	11	13	12,0	2,00	12,75
6	+	-	+	19	19	19,0	0,00	18,25
7	-	+	+	14	13	13,5	0,50	14,25
8	+	+	+	20	16	18,0	8,00	17,25
Σ 106,0						14,00		

Т а б л и ц а 3

Номер опыта j	Кодированные значения факторов			Повторные опыты Y _{ji} , сН		\bar{y}_j , сН	$s_j^2\{y\}$, сН ²	Y _{Rj} , сН
	x ₁	x ₂	x ₃	1	2			
1	-	-	-	14	12	13,0	2,00	14,00
2	+	-	-	16	14	15,0	2,00	15,25
3	-	+	-	24	22	23,0	2,00	22,75
4	+	+	-	14	16	15,0	2,00	14,00
5	-	-	+	18	18	18,0	0,00	17,75
6	+	-	+	23	25	24,0	2,00	23,00
7	-	+	+	21	23	22,0	2,00	23,00
8	+	+	+	26	24	25,0	2,00	25,25
Σ 106,0						14,00		

Полученные в результате эксперимента данные подвергали математической обработке с целью получения математических моделей для натяжения нити при осевом сматывании с бобины. Предварительно определяли указанные в табл. 2 и 3 средние значения $\bar{y}_j = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 y_{ji}$ и построчные дисперсии $s_j^2\{y\} = \frac{1}{2-1} \sum_{i=1}^2 (y_{ji} - \bar{y}_j)^2$ выходного параметра.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3, \quad (1)$$

где факторы имеют кодированные значения $(-1 \leq x_i \leq +1, i = 1, 2, 3)$.

Воспроизводимость эксперимента проверялась с помощью критерия Кохрена [3] по повторным опытам в строках матрицы планирования. Для этого определяли расчетные значения критерия

$$G_R = s^2\{y\} \max_j \left/ \sum_{j=1}^N s_j^2\{y\} \right. \text{ при подготовке основ для ткани марля и бязь.}$$

Математическая модель для данного факторного эксперимента имеет вид:

Поскольку дисперсии воспроизводимости эксперимента в обоих случаях равны

$$s_1^2 \{b\} = s_2^2 \{b\} = s^2 \{b\} = s^2 \{y\} / (Nm') = 1,75 / (8 \cdot 2) = 0,1094.$$

Определены расчетные значения критерия Стьюдента $t_{R_i} = |b_i| / s \{b\}$ для коэффициентов регрессии.

Табличное значение критерия Стьюдента [3] в обоих случаях равно $t_T \{P_d=0,95, k=N(m'-1)=8(2-1)=8\} = 2,306$. В первом случае $t_{R_1} < t_T$, а во втором случае $t_{R_1} < t_T$ и $t_{R_{23}} < t_T$. Следовательно, для пряжи линейной плотности 18,5 текс в ма-

между собой, дисперсии коэффициентов регрессии тоже будут одинаковы:

тематической модели (1) коэффициент b_1 является незначимым. А при сматывании с бобины нити линейной плотности 42 текс незначимыми в математической модели (1) будут коэффициенты b_1 и b_{23} .

После исключения незначимых коэффициентов в итоге получаем следующие математические модели:

- при сматывании нити линейной плотности 18,5 текс (для ткани марля):

$$Y = 13,250 + 1,375x_2 + 2,375x_3 - 1,625x_1x_2 + 2,125x_1x_3 - 1,250x_2x_3 + x_1x_2x_3; \quad (2)$$

- при сматывании нити линейной плот-

ности 42 текс (для ткани бязь):

$$Y = 19,375 + 1,875x_2 + 2,875x_3 - 1,625x_1x_2 + 1,875x_1x_3 + 0,875x_1x_2x_3. \quad (3)$$

Рассчитанные по этим математическим моделям значения Y_{R_j} выходного параметра в опытах приведены в последних столбцах табл. 2 и 3.

Для проверки адекватности математических моделей (2) и (3) предварительно рассчитывали соответствующие дисперсии адекватности по формуле:

$$s_{ад}^2 \{y\} = \frac{m'}{N-M} \sum_{j=1}^N (\bar{y}_j - y_{R_j})^2, \quad (4)$$

где m' – число повторных опытов в строках матрицы планирования; M – число значимых коэффициентов математической модели.

Поскольку в обоих случаях расчетное значение критерия Фишера получилось меньше табличного, то есть $F_R < F_T$, гипотеза об адекватности регрессионных математических моделей (2) и (3) не отвергается.

Заметим, что с использованием табл. 1 и выражений [3]:

$$X_i = X_{oi} + x_i J_i, \quad i=1, 2, 3, \quad (5)$$

где X_{oi} – основной (нулевой) уровень i -го фактора, математические модели (2) и (3) могут быть записаны в натуральных значениях факторов.

Адекватность математических моделей проверяли по критерию Фишера, а незначимые коэффициенты в них с доверительной вероятностью $P_d=0,95$ исключены с помощью критерия Стьюдента.

На рис. 2-а, б показаны контурные кривые натяжения нити, построенные по уравнениям (2) и (3) при фиксированных скоростях процесса 75 и 95 м/мин для исследуемых артикулов тканей бязь арт. 299 и марля арт. 6498 соответственно. Из этих рисунков видно, что характер изменения графиков для обоих видов пряжи одинаков.

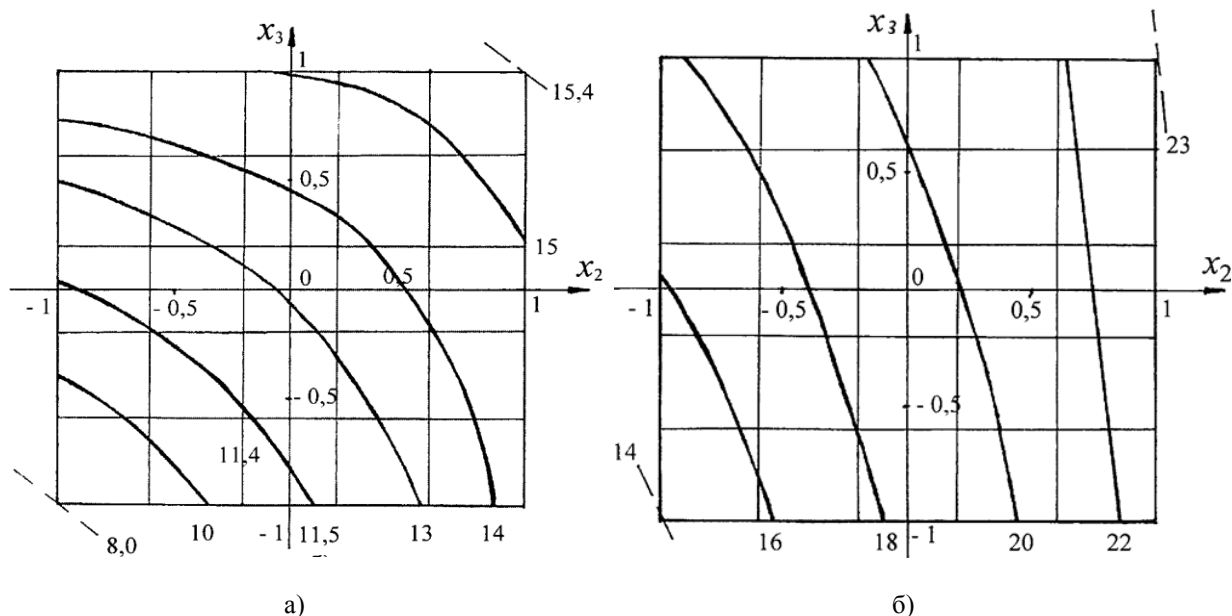


Рис. 2

ВЫВОДЫ

1. Анализ математических моделей и сечений поверхности отклика показывает, что:

- как и следовало ожидать, с увеличением веса грузовых шайб в натяжном приборе натяжение нити, сматывающейся с бобины, возрастает;

- с уменьшением диаметра бобины натяжение нити уменьшается, что можно объяснить возрастанием крутизны баллона (из-за увеличивающейся угловой скорости вращения нити в баллоне) и соответствующим снижением сил трения нити о боковую поверхность и торец цилиндрической бобины.

2. Математические модели позволяют установить величину шайбовой нагрузки в натяжном приборе шпулярника сновально-шлихтовального агрегата, необходимой для создания рекомендуемого натяжения нити, при заданной скорости процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маховер В.Л., Зарубина Г.С., Смирнова Т.В. Расчетные формулы для определения скорости шлихтования хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009. - №4. С.51...54.

2. Патент РФ № 1541320. Устройство для приготовления основных нитей к ткачеству / Ерохин Ю.Ф., Маховер В.Л., Гарелин В.Н.; опубли. 07.02.90, Бюл. № 5.

3. Маховер В.Л. Вероятностные методы исследования технологических процессов ткацкого производства. – Иваново: ИГТА, 2013.

REFERENCES

1. Mahover V.L., Zarubina G.S., Smirnova T.V. Raschetnye formuly dlya opredeleniya skorosti shlihtovaniya hlopchatobumazhnoj pryazhi // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2009. - №4. S.51...54.

2. Patent RF № 1541320. Ustrojstvo dlya prigotovleniya osnovnyh nitej k tkachestvu / Erohin Yu.F., Mahover V.L., Garelin V.N.; opubl. 07.02.90, Byul. № 5.

3. Mahover V.L. Veroyatnostnye metody issledovaniya tehnologicheskikh processov tkackogo proizvodstva. – Ivanovo: IGTA, 2013.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 19.09.17.

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ НА НАТЯЖЕНИЕ ЛЬНЯНОЙ ПРЯЖИ ПРИ ПЕРЕМАТЫВАНИИ

INFLUENCE OF MAIN FACTOR ON TENSION OF LINEN YARN BY REWINDING

А.Б. БРУТ-БРУЛЯКО, В.В. РОМАНОВ, Е.С. ХОМЯКОВ
A.B. BRUT-BRULYAKO, V.V. ROMANOV, E.S. KHOMYAKOV

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Приведены результаты экспериментов по влиянию основных факторов на уровень натяжения нитей перед формируемой бобиной при перематывании.

Results of experiments by influence of main factors on level tension linen yarn before mould bobbin by rewinding is carried out.

Ключевые слова: баллон, вес, скорость, натяжение, пряжа, бобина.

Keywords: balloon, weight, speed, tension, yarn, bobbin.

На натяжение нитей при перематывании влияют факторы: заправочное расстояние от входящей паковки до баллоноограничителя, шайбовая нагрузка в натяжном приборе и скорость ведения процесса. Оценка влияния этих факторов на натяжение перематываемой нити позволяет оптимизировать данный процесс и получить качественную бобину, которая должна обеспечивать производительность последующего технологического перехода [1...5].

Анализ заправочного расстояния от прядильного початка до баллоноограничителя, которое определяет высоту баллона при перематывании пряжи, проводили на двух льнокомбинатах: БКЛМ (г. Кострома) и Яковлевском льнокомбинате (г. Приволжск). Заправочное расстояние на мотальных машинах составило 100...120 мм от верха прядильного початка до баллоноограничителя.

В условиях лаборатории кафедры технологии и проектирования тканей и трикотажа КГУ были проведены эксперименты по определению натяжения льняных праж линейной плотности 33,5 и 50 текс в вершине баллона при заправочном расстоянии от 60 до 160 мм с интервалом 20 мм. Скорость пе-

рематывания была 600 м/мин. Натяжение льняной пряжи контролировали с помощью аппаратного комплекса "Тумаг-А".

Анализ полученных результатов натяжения нити в вершине баллона позволил сделать вывод о том, что заправочное расстояние прядильного початка в диапазоне от 100 до 160 мм до баллоноограничителя существенно не влияет на изменение натяжения льняной пряжи. В результате аппроксимации экспериментальных данных получены зависимости вида:

для пряжи 33,5 текс

$$F_6 = 36,8H^{-0,168} \text{ сН}, \quad (1)$$

для пряжи 50 текс

$$F_6 = 31,95H^{-0,116} \text{ сН}, \quad (2)$$

где F_6 – натяжение нити в вершине баллона, сН; H – расстояние от початка до баллоноограничителя, мм.

Относительная ошибка полученных уравнений составляет не более 5% при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

Установка заправочного расстояния на мотальном оборудовании производится во время монтажа оборудования или при плановом ремонте машины, поэтому данный фактор не является оперативным.

Для определения натяжения льняных пряж линейной плотности 33,5 и 50 текс после натяжного прибора в зависимости от количества грузовых шайб в натяжном приборе опыты проведены на мотальной машине МЛМ-2 в условиях льнокомбината

БКЛМ (г. Кострома). Контроль натяжения после двухзонного натяжного прибора проводили с помощью прибора Т-2Н, разработанного в ЦНИИЛКА. Цена деления прибора равна одному сН. Результаты исследования натяжения приведены в табл. 1 (натяжение льняной пряжи линейной плотности 33,5 и 50 текс после двухзонного натяжного прибора на машине МЛМ-2).

Т а б л и ц а 1

Количество шайб в двух зонах, шт	Масса шайб в двух зонах, г	Масса тарелочек с прокладками в двух зонах, г	Суммарная масса шайб с тарелочками G, г	Натяжение пряжи 33,5 текс после натяжного прибора, сН	Натяжение пряжи 50 текс после натяжного прибора, сН
2	12	24	36	32,2	37,5
4	24	24	48	44,7	49,3
6	36	24	60	57,9	61,1
8	48	24	72	68,3	82,1
10	60	24	84	82,8	95,4

Суммарная масса шайб с тарелочками G определяется суммой шайб и двух тарелочек в зонах. Одна шайба весит 6 г, масса тарелочки с прокладкой 12 г. В результате аппроксимации экспериментальных данных натяжения нитей в зависимости от общей нагрузки G получены уравнения:

для пряжи 33,5 текс

$$F = 1,04 G - 5,22, \quad (3)$$

для пряжи 50 текс

$$F = 1,238 G - 9,22, \quad (4)$$

где G – суммарная масса шайб с тарелочками, г.

Относительная ошибка полученных уравнений составляет не более 5% при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

Разрывная нагрузка льняной пряжи 33,5 текс составляет 738,8 сН. Технологический процесс перематывания льняной пряжи в производстве ведется со скоростью 600 м/мин и при суммарной массе шайб 60 г, что обеспечивает натяжение нити 57,9 сН или 7,84% от разрывной нагрузки P_p . Разрывная нагрузка льняной пряжи 50 текс со-

ставляет 1044,7 сН. Суммарная масса шайбовой нагрузки при перематывании данной пряжи составляет 72 г, что обеспечивает натяжение нити 82,1 сН или 7,86% от P_p .

Проведенные эксперименты показывают, что уровень натяжения обеих льняных пряж примерно равен шайбовой нагрузке G в двухзонном натяжном приборе. Время установки необходимого количества шайб в натяжном приборе составляет 3...5 с при работающей машине.

Первые исследования влияния скорости перематывания на натяжение нитей приведены в работах [4], [5].

Для реальной оценки влияния скорости перематывания на натяжение льняной пряжи после натяжного прибора на мотальной машине МЛМ-2 на кафедре технологии и проектирования тканей и трикотажа КГУ были проведены эксперименты на специально изготовленном стенде. Льняная пряжа сматывалась с прядильного початка, проходила через двухзонный натяжной прибор, снятый с мотальной машины МЛМ-2, и транспортирующим устройством отводилась из зоны натяжения. Между натяжным и транспортирующим устройствами расположен датчик натяже-

ния нити, информация с которого поступает на аппаратный комплекс Тумаг-А. На этом комплексе информация обрабатывается и записывается на ЭВМ. Транспортирующее устройство приводится в движение от двигателя постоянного тока и имеет потенциометр для регулирования частоты вращения приводного шкива. Прядильный початок устанавливается на расстоянии 120 мм от баллоноограничителя. Эксперименты проводили с льняной пряжей линей-

ной плотности 33,5 и 50 текс. Скоростной режим движения нити устанавливали на следующих уровнях: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 м/мин. Суммарная шайбовая нагрузка в натяжном приборе составляла: 60, 72, 84 г. Результаты замеров натяжения льняной пряжи линейной плотности 33,5 и 50 текс после двухзонного натяжного прибора МЛМ-2, в зависимости от скорости движения нити и шайбовой нагрузки, приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Скорость движения нити, м/мин	100	200	300	400	500	600	700	800
Натяжение нити (сН) при шайбовой нагрузке 60 г	$\frac{18,65}{22,6}$	$\frac{20,62}{24,7}$	$\frac{22,4}{27,9}$	$\frac{23,4}{30,1}$	$\frac{28,0}{32,2}$	$\frac{31,2}{36,7}$	$\frac{34,0}{39,7}$	$\frac{36,3}{49,1}$
Натяжение нити (сН) при шайбовой нагрузке 72 г	$\frac{21,4}{24,2}$	$\frac{23,8}{27,1}$	$\frac{25,7}{29,9}$	$\frac{27,9}{32,4}$	$\frac{30,8}{36,7}$	$\frac{33,8}{40,3}$	$\frac{36,1}{43,4}$	$\frac{39,1}{51,1}$
Натяжение нити (сН) при шайбовой нагрузке 84 г	$\frac{24,7}{28,3}$	$\frac{27,0}{33,2}$	$\frac{31,4}{37,3}$	$\frac{33,8}{39,3}$	$\frac{36,1}{41,6}$	$\frac{38,3}{45,6}$	$\frac{41,0}{49,1}$	$\frac{45,8}{57,4}$

П р и м е ч а н и е. В числителе натяжение пряжи 33,5 текс; в знаменателе натяжение пряжи 50 текс.

Результаты, приведенные в табл. 2, показывают, что при увеличении скорости движения нити в 8 раз, натяжение нити у пряжи 33,5 текс в среднем увеличивается только в 1,9 раза, а у пряжи 50 текс в среднем увеличивается в 2,1 раза. В результате аппроксимации данных натяжения пряжи (табл. 2) получены следующие зависимости натяжения от скорости перематывания:

- для пряжи 33,5 текс:

при шайбовой нагрузке 60 г
 $F = 14,95 + 0,026 V$, (5)

при шайбовой нагрузке 72 г
 $F = 18,43 + 0,025 V$, (6)

при шайбовой нагрузке 84 г.
 $F = 21,86 + 0,028 V$, (7)

- для пряжи 50 текс:

при шайбовой нагрузке 60 г
 $F = 17,39 + 0,034 V$, (8)

при шайбовой нагрузке 72 г
 $F = 19,16 + 0,036 V$, (9)

при шайбовой нагрузке 84 г

$$F = 24,84 + 0,037 V, \quad (10)$$

где F – натяжение нити, сН; V – скорость движения нити при перематывании, м/мин.

Относительная ошибка полученных уравнений составляет не более 5% при доверительной вероятности $P_d = 0,95$.

Стенд, на котором проводили эксперименты, обеспечивает только поступательное движение нити, а переносное движение нити для раскладки ее вдоль образующей бобины отсутствует. Поэтому уровень натяжения зафиксирован несколько ниже, чем в производственных условиях. В эксперименте было важно оценить соотношение натяжения при разных скоростях, чтобы дать информацию о характере изменения натяжения при конкретных условиях увеличения скорости движения нити. Исполь-

зование фактора скорости ведения процесса перематывания для регулирования натяжения пряжи связано с некоторыми затратами времени на замену шкивов в приводе мотальных барабанчиков. Эта замена проводится во время любого ремонта мотальной машины, и поэтому фактор не является оперативным.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований получен следующий вывод.

Регулирование натяжения пряжи на мотальной машине целесообразно проводить количеством грузовых шайб в натяжном приборе. Остальные факторы менее оперативны и требуют больших затрат времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефремов Е.Д. Определение скорости движения нити в вершине баллона сматывания на мотальной машине М-150 // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1959, №5. С.104.
2. Ефремов Е.Д. О влиянии направляющих устройств на натяжение движущейся нити // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1960, №1. С.86...96.
3. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н. Влияние положения початка и скорости перематывания на натяжение льняной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2002. №4-5. С.67...69.

4. Брут-Бруляко А.Б., Ступников А.Н., Поповецкая Ю.А. Влияние скорости перематывания на натяжение хлопчатобумажной пряжи // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, №4. С.59...62.

5. Брут-Бруляко А.Б. Совершенствование технологии переработки льняной пряжи. – Кострома: Изд-во КГТУ, 2009.

REFERENCES

1. Efremov E.D. Opredelenie skorosti dvizheniya niti v vershine ballona smatyvaniya na motalnoj mashine M-150 // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 1959, №5. S.104.
2. Efremov E.D. O vliyanii napravlyayushih ustroystv na natyazhenie dvizhushejsya niti // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 1960, №1. S.86...96.
3. Brut-Brulyako A.B., Stupnikov A.N. Vliyanie polozheniya pochatka i skorosti perematyvaniya na natyazhenie lnyanoj pryazhi // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2002. №4-5. S.67...69.
4. Brut-Brulyako A.B., Stupnikov A.N., Popoveckaya Yu.A. Vliyanie skorosti perematyvaniya na natyazhenie hlopchatobumazhnoj pryazhi // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2008, №4. S.59...62.
5. Brut-Brulyako A.B. Sovershenstvovanie tehnologii pererabotki lnyanoj pryazhi. – Kostroma: Izd-vo KGTU, 2009.

Рекомендована кафедрой технологии машиностроения. Поступила 27.11.17.

УДК 677.024.1

НОВЫЕ КОМБИНИРОВАННЫЕ ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ, ИМИТИРУЮЩИЕ НА ОДНОСЛОЙНОЙ ТКАНИ ОБЪЕМНЫЕ КЛЕТКИ

NEW COMBINED WEAVES SIMULATING VOLUME CELLS FOR SINGLE-LAYER FABRIC

Д.А. МИРОШНИЧЕНКО, Г.И. ТОЛУБЕЕВА
D.A. MIROSHNICHENKO, G.I. TOLUBEEVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: Denis.M.Ivanovo@yandex.ru

В статье рассмотрена методика и приведены примеры построения новых комбинированных переплетений на базе теневых переплетений, создающих на однослойной ткани эффект объемных клеток.

The methodology of building a new combined weaves on the basis of a shadow weaves, creating on a single-layer fabrics effect of volume cells. Also the examples of volume cells described in the article.

Ключевые слова: комбинированное переплетение, теневое переплетение, переплетение главного класса, объемные клетки, эффект объема.

Keywords: combined weave, shadow weave, main class weave, volume cells, effect of volume.

В современных условиях при решении вопросов расширения ассортимента конкурентоспособных тканей все большее внимание уделяется использованию информационных технологий как на стадии проектирования новых переплетений и автоматизированного построения заправочных рисунков [1], [2], так и на стадии изготовления изделий [3]. На кафедре ТПТИ разрабатывается компьютерная технология проектирования переплетений однослойных тканей. Особое внимание уделяется двум направлениям создания комбинированных переплетений, выполненных в стиле опарта, получаемых на базе теневых и шашечных переплетений. В статьях [4], [5] подробно рассмотрены методики построения переплетений, имитирующих выпуклые и вогнутые поверхности.

Предлагаем способ построения на базе теневых переплетений новых комбинированных переплетений, имитирующих объемные клетки. Ткани традиционных клетчатых переплетений получают путем одновременного размещения в раппорте продольных и поперечных полос. Раппорты переплетения зависят от размера клеток, плотности ткани по основе и утку, вида переплетения в клетках [6].

Новый способ основывается на методах построения комбинированных переплетений, создающих на однослойной ткани продольные и поперечные объемные полосы. Эффект объема в полосах достигается за счет применения нового способа построения обратного светового перехода: в ступенях, во-первых, заменяется знак сдвига перекрытий на противоположный, во-вторых, увеличена длина обратного светового перехода [7], [8].

В раппорте переплетения формируем четыре квадратные клетки с одной или несколькими продольными и поперечными объемными полосами, макет переплетения представлен на рис. 1.

2	3
1	4

Рис.1

Предварительно принимаем цвет нитей основы и утка, в зависимости от чего задается базовым сатиновым (атласным) или саржевым переплетением главного класса с раппортом R . При нитях основы темного цвета базовое переплетение принимаем с основным эффектом, светлого цвета – с уточным. Базовое переплетение определяет вид исходного теневого переплетения – от переплетения с основным эффектом к переплетению с уточным эффектом и обратно или наоборот. Исходные теневые переплетения выстраиваем на базе сарж или сатинов (атласов) главного класса с числом ступеней в прямом и обратном световых переходах, равным $R - 1$. Принимаем направление усиления одиночных перекрытий в ступенях – вдоль основы или вдоль утка. Переплетения рассматриваем как матрицы с элементами, соответствующими основным перекрытиям, равными 1, уточным перекрытиям – 0.

На рис. 2 представлена блок-схема алгоритма построения переплетений с объемными клетками на базе атласов с усилением перекрытий вдоль утка.

В начале работы программы создаются матрицы атласных переплетений с раппортом, изменяющимся от четырех до десяти нитей, и всеми возможными величинами сдвигов перекрытий, всего 21 атлас (блоки 2 и 3).

В интерактивном режиме выбираем базовое переплетение, задаем число полос $n_{\text{пол}}$ в каждой клетке (блок 4), для каждой полосы вводим массивы повторений раппортов базового переплетения в ступенях прямого светового перехода исходного теневое переплетения. Получаем матрицу повторений раппортов базового переплетения в ступенях отдельных полос $n_{n_{\text{пол}} \times R-1} = (n_{k,l})_{n_{\text{пол}} \times R-1}$ (блоки 5...7).

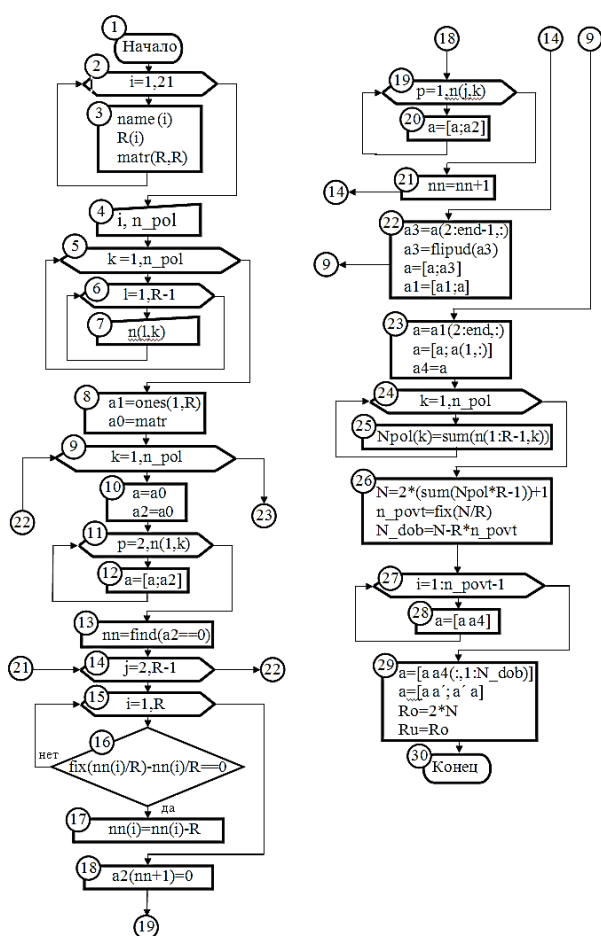


Рис. 2

Предварительно выстраиваем переплетение первой фиктивной основной нити, состоящее из основных перекрытий, запоминаем матрицу базового переплетения (блок 8). Формируем $n_{\text{пол}}$ продольных световых полос в первой клетке. В каждой световой полосе выстраиваем прямой свето-

вой переход с числом ступеней, равным $R - 1$, и числом повторений раппорта базового переплетения в i -й ступени k -й полосы $[n_{i,k}]$ раз (блоки 9...21). В полосах при формировании первой ступени базовый атлас при необходимости повторяем от двух до $[n_{1,k}]$ раз (блоки 9...12). В раппорте базового переплетения определяются номера точных перекрытий (блок 13). Если номер выходит за пределы раппорта (блок 16), он корректируется (блок 17). Затем точные перекрытия усиливаются – справа добавляется еще одно точное перекрытие (блок 18). Полученный раппорт ступени повторяется заданное число раз (блоки 19...20). Для формирования следующей ступени номера точных перекрытий увеличиваются на единицу (блок 21). Завершив построение прямого светового перехода, добавляем обратный световой переход, представляющий собой зеркальное отображение вдоль горизонтальной оси прямого светового перехода без первой и последней нити, выполняя тем самым конкатенацию матриц переплетений прямого и обратного световых переходов (блок 22). Раппорт переплетения первой световой полосы добавляем к переплетению первой фиктивной нити основы. Раппорты переплетения остальных полос добавляем к предыдущим (блок 22).

После формирования переплетения всех световых полос отбрасываем первую фиктивную нить основы, затем для получения симметричного рисунка в клетке справа добавляем одну нить основы, переплетения которой повторяет переплетение первой нити (блок 23).

Рассчитываем число нитей в клетке (блоки 24...26):

$$N = 2 \sum_{k=1}^{n_{\text{пол}}} \left(\sum_{i=1}^{R-1} n_{i,k} R - 1 \right) + 1, \quad (1)$$

где k – текущий номер полосы в клетках; i – текущий номер ступени в световых переходах.

Определяем число повторений полученного участка переплетения по утку как меньшее целое результата деления числа

нитей в клетке на раппорт базового переплетения и количество уточных нитей для завершения первой клетки (блок 26):

$$n_{\text{повт}} = N/R, \quad (2)$$

$$N_{\text{доб}} = N - Rn_{\text{повт}}. \quad (3)$$

Повторяем полученный участок по утку $n_{\text{повт}} - 1$ раз (блоки 27...28) и добавляем к переплетению сверху $N_{\text{доб}}$ уточных нитей раппорта исходного теневого переплетения (блок 29).

Переплетение третьей клетки идентично переплетению первой, переплетение второй и четвертой клеток получаем путем поворота переплетения первой клетки на 90 градусов (блок 29).

Раппорты переплетения (блок 29):

$$R_0 = R_y = 2N. \quad (4)$$

На рис. 3-а и б представлены теневые переплетения с одной объемной полосой в клетках ($n_{\text{пол}} = 1$), полученные на базе атласа 5/3 с раппортом $R = 5$. Для построения приняты следующие матрицы повторений раппортов в ступенях: для переплетения показанного на рис. 3-а, $n_{1,4} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]$, на рис. 3-б – $n_{1,4} = [1 \ 2 \ 2 \ 1]$. Число нитей в клетке, найденное по формуле (1), для первого переплетения составило $N = 39$ нитей, для второго $N = 59$; число повторений по утку раппортов переплетения в полосах, рассчитанное по формуле (2), соответственно составило $n_{\text{повт}} = 7$ и $n_{\text{повт}} = 11$ раз; число нитей для завершения переплетения первой клетки по утку, найденное по формуле (3), составило $N_{\text{доб}} = 4$ нити для обоих переплетений; раппорты переплетения, найденные по формуле (4), составили для первого переплетения $R_0 = R_y = 78$, для второго $R_0 = R_y = 118$ нитей.

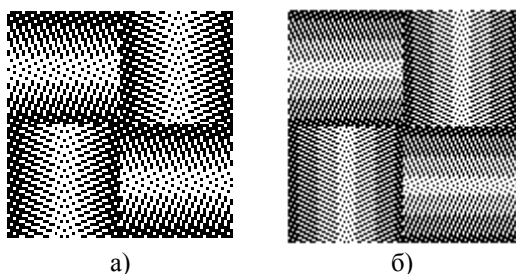
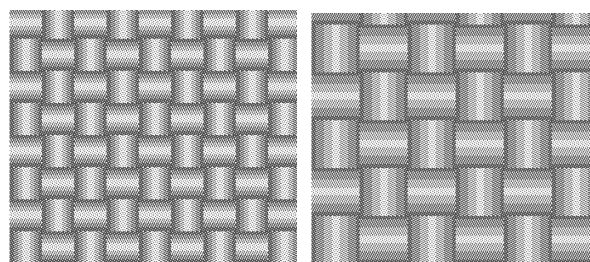


Рис. 3

На рис. 4-а и б показаны виртуальные макеты тканей, выработанных переплетениями, представленными на рис. 3-а и б.



а) б)

Рис. 4

На рис. 5 показан виртуальный макет ткани, выработанной переплетением с объемными клетками с тремя одинаковыми полосами в каждой клетке, с матрицей повторений раппортов базового переплетения в ступенях первой, второй и третьей по-

$$\text{лосы: } n_{n_{\text{пол}} \times R-1} = n_{3 \times 4} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}.$$

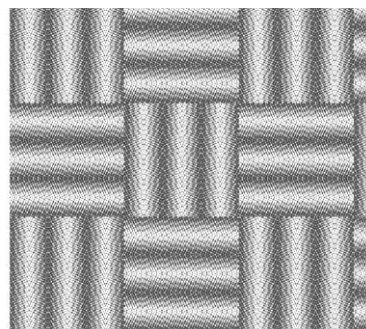


Рис. 5

Рассмотренный способ получения новых комбинированных переплетений позволяет расширить ассортимент тканей бытового назначения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Николаев С.Д., Малецкий В.В. Использование ЭВМ при создании новых способов построения комбинированных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №3. С.60...63.
2. Малецкая С.В., Иващенко Е.П. Использование трехмерных массивов при автоматизированном построении заправочного рисунка ткани с геометрическими фигурами из разных переплетений // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С. 65...69.

3. Кучарбаева К.Ж., Абдиманпова П.Б., Молдагажиева З.Д. Разработка автоматизированной программы в процессе изготовления изделий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С. 198...202.

4. Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А., Кулида Н.А. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые полусферы на однослойной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 3. С.149... 153.

5. Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И., Коробов Н.А., Никифорова Е.Н. Новые комбинированные переплетения, имитирующие выпуклые и вогнутые диагонально симметричные поверхности на однослойной ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №5. С.104...108.

6. Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А. Строение и проектирование тканей. – М.: РИО МГТА им. А.Н. Косыгина, 1999. С. 84...86.

7. Патент РФ № 2483147, МИК D03 D 23/00 (2006.01). Способ получения тканей продольных теневых переплетений / Толубеева Г.И., Маховер В.Л. Оpubл. 27.05.2013. Бюл. № 15.

8. Патент РФ № 2483148, МИК D03 D 23/00 (2006.01). Способ получения тканей поперечных теневых переплетений / Толубеева Г.И., Маховер В.Л. Оpubл. 27.05.2013. Бюл. № 15.

REFERENCES

1. Nikolaev S.D., Maleckij V.V. Ispolzovanie EVM pri sozdanii novyh sposobov postroeniya kombinirovannyh perepletений // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2012, №3. S.60...63.

2. Maleckaya S.V., Ivashenko E.P. Ispolzovanie trehmernyh massivov pri avtomatizirovannom postroenii zapravochnogo risunka tkani s geometricheskimi figurami iz raznyh perepletений //Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2014, № 1. S. 65...69.

3. Kucharbaeva K.Zh., Abdimanapova P.B., Moldagazhieva Z.D. Razrabotka avtomatizirovannoj programmy v processe izgotovleniya izdelij // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2016, № 4. S. 198...202.

4. Miroshnichenko D.A., Tolubeeva G.I., Korobov N.A., Kulida N.A. Novye kombinirovannye perepletения, imitiruyushie vypuklye i vognutyе polusfery na odnoslojnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, № 3. S.149... 153.

5. Miroshnichenko D.A., Tolubeeva G.I., Korobov N.A., Nikiforova E.N. Novye kombinirovannye perepletения, imitiruyushie vypuklye i vognutyе diagonalno simmetrichnye poverhnosti na odnoslojnoj tkani // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, №5. S.104...108.

6. Martynova A.A., Slostina G.L., Vlasova N.A. Stroenie i proektirovanie tkaney. – М.: RIO MGTA im. A.N. Kosygina, 1999. S. 84...86.

7. Patent RF № 2483147, МИК D03 D 23/00 (2006.01). Sposob polucheniya tkaney prodolnyh tenevyh perepletений / Tolubeeva G.I., Mahover V.L. Opubl. 27.05.2013. Byul. № 15.

8. Patent RF № 2483148, МИК D03 D 23/00 (2006.01). Sposob polucheniya tkaney poperechnykh tenevyh perepletений / Tolubeeva G.I., Mahover V.L. Opubl. 27.05.2013. Byul. № 15.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 10.01.18.

УДК 677.074.15

РАЗРАБОТКА ТКАНЕЙ НОВЫХ СТРУКТУР, УСИЛЕННЫХ ПО ОСНОВЕ

THE DEVELOPMENT OF NEW FABRICS STRUCTURES, STRENGTHENED BY BASIS

Е.О. ГРУЗИНА, Т.Ю. КАРЕВА
E.O. GRUZINA, T.YU. KAREVA

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)

E- mail: ktju@bk.ru

В статье представлен материал по развитию исследований в области разработки структур и получения отечественных трехосных тканей. Предложены новые структуры трехосных тканей с дополнительными нитями основы, которые в процессе тканеформирования не перемещаются

поперек ткацкого станка, а остаются ортогональными нитям утка. Показаны особенности формирования таких тканей, а также рассмотрены возможные варианты положения дополнительных нитей основы (центральной системы) относительно нитей утка.

The article presents material on the development of research in the field of developing structures and obtaining domestic triaxial fabrics. New structures of triaxial fabrics with additional basis threads are proposed, which do not move transversely the weaving loom in the process of fabric formation, but remain as orthogonal weft threads. The features of the formation of such fabrics are shown, and also examined as possible variants for the position of additional basis threads (the central system of basic threads) relatively to the weft threads.

Ключевые слова: трехосная ткань, структура, дополнительные нити основы, переплетение нитей основы с нитями утка, перемещение нитей основы поперек ткацкого станка.

Keywords: triaxial cloth, structure, additional threads basics, interweaving the basics threads with weft threads, moving the basis threads transversely the loom.

В последнее время в качестве тканей технического назначения все в большей мере используют трехосные ткани. В Российской Федерации такие ткани не выпускаются в силу отсутствия оборудования для их производства. Данный вид тканого полотна невозможно сформировать на ткацких станках с классическими механизмами зевообразования, подачи основы в зону формирования ткани и батанного механизма. В связи с чем наряду с разработкой новых структур тканей и их исследованиями требуется разработка способов их изготовления с учетом модернизации отечественного оборудования.

В Российской Федерации проводились исследования по разработке структуры трехосных тканей и модернизации ткацких станков для их производства [1...3], в том числе учеными ИГТА, а с 23.04.2013 – в ИВГПУ. На первых этапах предлагалась структура ткани и механизм для ее реализации на ткацком станке, в которой нити основы взаимодействуют с несколькими соседними основными нитями, перемещаясь на несколько шагов вдоль утка в одну сторону, а затем – обратно. На рис. 1-а представлена структура трехосной ткани с перемещением основных нитей поперек ткацкого станка (вдоль утка) на 1 шаг.

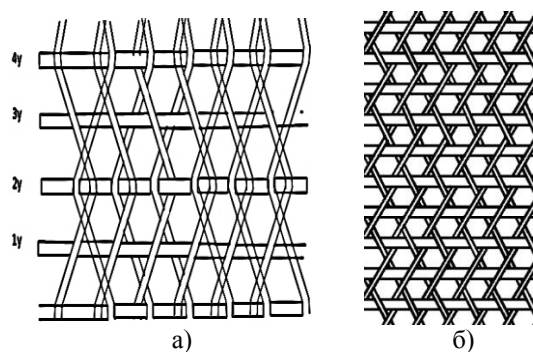
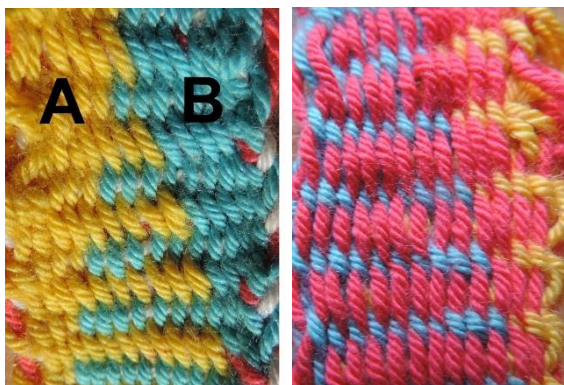


Рис. 1

Дальнейшее развитие исследований по разработке трехосных тканей получила организация структуры ткани неортогонального строения (трехосной), в которой каждая из нитей основы взаимодействует со всеми нитями основы по всей ширине ткацкого станка [4]. На рис. 1-б представлена структура трехосной ткани, в которой каждая из нитей основы взаимодействует со всеми нитями основы по всей ширине ткацкого станка.

Следует отметить, что существует ограничение плотности трехосной ткани по основе в силу особенностей получения таких тканых полотен, а следовательно, имеется предел физико-механических свойств таких тканей вдоль основы. В качестве одного из возможных решений увеличения

физико-механических свойств трехосных тканей может быть ввод третьей системы основных нитей основы, которая либо лежит свободно внутри тканого полотна, либо переплетается с нитями утка.



а) б)

Рис. 2

На кафедре ТПТИ ИВГПУ разработаны три структуры трехосновой ткани с дополнительной системой основных нитей. На рис. 2 представлена фотография трехосной ткани с дополнительными нитями основы, свободно лежащими между нитями утка и взаимодействующими между собой нитями основы. При этом на рис. 2-а представлена лицевая сторона ткани, а на рис. 2-б – ее изнаночная сторона. Образец ткани был получен ручным способом, с использованием 100 % полиакриловых нитей.

Для получения опытного образца вся основа делилась на 3 системы. Одна – центральная, две остальные – условно верхняя и нижняя. С целью выявления структуры трехосных тканей, наличия перемещения нитей основы вдоль утка пряжа для систем основных нитей использовалась разного цвета. Условно верхнюю систему составляли нити желтого цвета, условно нижнюю – нити синего цвета, а центральную – нити красного цвета.

Особенностью формирования трехосной ткани является возможность перемещения нитей основы желтого и синего цвета между собой лишь тогда, когда условно верхняя система формирует верхнюю ветвь зева, а условно нижняя система – нижнюю ветвь. При этом центральная система (нити красного цвета) остается в процессе форми-

рования ткани, перпендикулярной нитям утка, то есть не перемещается поперек ткацкого станка.

Как видно на рис. 2-а, желтые нити основы при организации структуры ткани перемещаются влево, а синие нити – вправо, при этом, дойдя до края полотна, желтые нити основы занимают место синих нитей и продолжают свое движение вправо, за счет чего образуется участок А, на котором на поверхности находятся только желтые нити. Одновременно нити синего цвета, дойдя до края полотна, меняют свою принадлежность системе и продолжают движение влево, тем самым образуется участок В, в котором на поверхности преобладают нити основы синего цвета.

Как видно из рис. 2-б, на изнаночной стороне ткани преобладают нити основы центральной системы, при этом они располагаются между нитями основы условно верхней и нижней систем, как по ширине тканого полотна, так и по его толщине, ортогонально к нитям утка, не переплетаясь с ними, а только подхватываются нитями условно нижней системы.

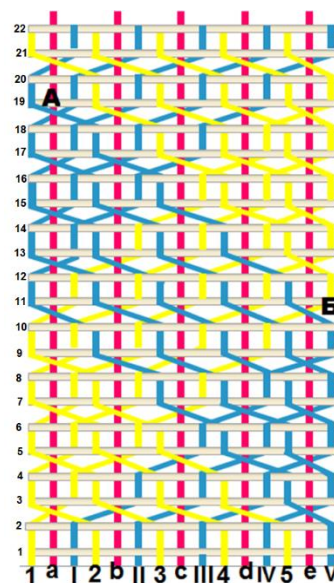


Рис. 3

Рассмотрим особенность структуры разработанной ткани, которая представлена на рис. 3. Для этого примем, что ткань формируется из пяти нитей основы верхнего слоя, пяти нитей основы нижнего слоя, которые в процессе тканеформирования перемеща-

ются относительно друг друга, а также пяти нитей основы, которые будут свободно лежать в ткани, располагаясь ортогонально к нитям утка. При этом нити условно верхней и нижней систем переплетаются с утком полотняным переплетением, а усиливающие нити основы располагаются под нитями утка.

На начало формирования ткани, то есть при первой уточной прокидке, верхнюю ветвь зева создают нити основы, пронумерованные арабскими цифрами (красные нити), а нижнюю – нити, пронумерованные римскими цифрами (синие нити).

Условимся рассматривать положение каждой из нитей верхней или нижней систем на *i*-й уточной прокидке относительно их положения и остальных нитей – на первой уточной прокидке.

При второй уточной прокидке происходит смена зевов (нити, пронумерованные римскими цифрами, становятся верхней ветвью зева, а нити, пронумерованные арабскими цифрами – нижней ветвью). Как видно из рисунка переплетения (рис. 3), усиливающие нити основы (то есть нити a,b,c,d,e) не переплетаются с нитями утка, а находятся ниже их.

При третьей уточной прокидке нити основы, пронумерованные арабскими цифрами, принадлежащие условно верхней системе, начинают образовывать верхний зев, а нити, пронумерованные римскими цифрами – нижний зев, то есть возникает возможность перемещения (как указано ранее) нитей двух систем относительно друг друга. При этом верхняя система нитей перемещается влево, а нижняя система – вправо, таким образом, что каждая последующая нить для условно верхней системы занимает место предыдущей нити, а для условно нижней – место последующей нити, кроме крайних нитей.

На третьей уточной прокидке нить 2 занимает место нити 1, нить 3 – нити 2, нить 4 – нити 3, нить 5 – нити 4. Нить 1, так как она является крайней, меняет свою принадлежность к системе, то есть переходит в нижнюю систему нитей и встает на место нити I, перемещаясь вправо, а не как все нити ее системы – влево. Одновременно

нить I нижней системы займет место нити II, нить II – нити III, нить III – встанет на место нити IV, нить IV – на место нити V. Нить V нижней системы, являясь крайней справа, меняет свою принадлежность к системе, то есть переходит в верхнюю систему нитей и перемещается влево, на освободившееся место последней нити верхней системы, то есть занимает место нити 5.

Таким образом, при третьей уточной прокидке верхний зев будут образовывать нити 2, 3, 4, 5, V, а нижний соответственно – 1, I, II, III, IV.

На четвертой уточной прокидке происходит смена зевов, условно верхняя система нитей образует нижнюю ветвь зева, условно нижняя – верхнюю ветвь. При таком положении перемещение нитей основы относительно друг друга невозможно.

На пятой уточной прокидке нить 1 перемещается на 1 шаг вправо и займет место нити II, нить 2, меняя свою принадлежность системе, встанет на место нити I, нить 3 встанет в крайнее левое положение, на место нити 1, нить 4 переместится на место нити 2, а нить 5 – на место нити 3. При этом нити 3, 4, 5 смещаются все еще влево, а нити 1 и 2 – уже вправо. Одновременно нити, пронумерованные римскими цифрами, перемещаются следующим образом: нити I, II, III смещаются вправо, а нити V и IV смещаются влево, сменив принадлежность к системе с нижней на верхнюю. Нить V переместится влево на шаг и встанет на место нити 4, нить IV из крайнего левого положения сменит свое прилежание и займет место 5 нити верхней ветви зева, нить 3 встанет на место нити 1, нить 4 – на место нити 2, а нить 5 – на место нити 3.

Так нити будут перемещаться до тех пор, пока полностью все нити одной системы (одного цвета) не поменяют свою принадлежность к системе (11 и 12 уточные прокидки), то есть все синие нити встанут на место желтых и наоборот. Далее процесс тканеформирования будет аналогичным описываемому, только условно верхнюю систему будут составлять нити основы синего цвета, а условно нижнюю – нити желтого цвета.

В действительности нити в ткани располагаться таким образом, как показано на рис. 3, не будут. За счет натяжения нитей основы ломаная АБ основной нити в плоскости тканого полотна будет располагаться по прямой АБ, и структура ткани примет вид, представленный на рис. 4.

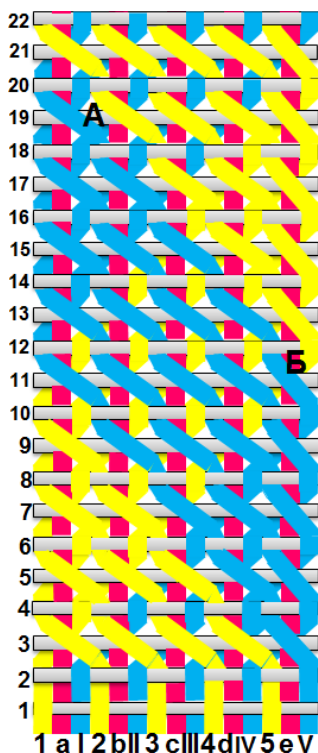


Рис. 4

Как видно из рис. 3 и 4, красные нити центральной системы располагаются между взаимодействующими нитями основы и под нитями утка, то есть центральные нити основы не переплетаются с нитями утка. В связи с чем такие материалы могут быть использованы в качестве основы для композитных материалов, где требуется минимальный изгиб нитей, участвующих в образовании тканого полотна.

Представленное на рис. 3 и 4 расположение центральных нитей основы относительно уточных обеспечивает практическое отсутствие нитей этой системы на лицевой стороне полотна, и наоборот – обеспечивает большую долю контактной поверхности ткани с изнанки. Если требуется, чтобы центральная нить основы (не уработываемая) создавала большую часть поверхности лицевой стороны, то при формировании

трехосной ткани, усиленной по основе, нити центральной основы должны всегда находиться выше уточных нитей, то есть при прокладывании каждой уточной нити ремизка, в которой пробраны центральные нити, должна быть поднята.

Наряду с положением центральной (не перемещающейся) системы основных нитей относительно уточных нитей либо сверху, либо снизу их возможно получение структуры, когда центральная система нитей переплетается с нитями утка полотняным переплетением. В этом случае будет формироваться ткань, в которой разрывная нагрузка вдоль основы будет больше, чем у ткани, сформированной со свободно лежащими нитями центральной системы внутри полотна за счет увеличения количества связей между нитями основы и утка.

При формировании такой ткани не требуется дополнительных нитей, идущих в кромки, так как край ткани формируют взаимодействующие между собой нити основы. В связи с чем уработка перемещающихся вдоль нити утка нитей основы будет величиной одинаковой.

ВЫВОДЫ

Разработанные структуры трехосных тканей с дополнительными центральными нитями основы, не участвующими в процессе перемещения основных нитей поперек ткацкого станка, позволяют увеличить материалоемкость тканых трехосных полотен и улучшить их физико-механические свойства, решая проблему предела разрывных характеристик трехосных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карева Т.Ю. Натяжение основных нитей при формировании ткани с переменным направлением осей нитей в процессе ткачества // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2001, №3. С.37..41.
2. Карева Т.Ю., Плюханова Т.Ю. Деформация нитей основы при формировании ткани перевивочного переплетения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2000, №2. С.46..50.
3. Патент №2181153, Российская Федерация, МКИ D03C 13/00,7/00. Ткацкий станок. Карева Т.Ю., Николаев С.Д., Ерохин Ю.Ф.; опубл. 2002, Бюл. №10.

4. Кожевникова Л.В., Карева Т.Ю., Кожевников С.О. Особенности структуры трехосной ткани // Вестник молодых ученых Санкт-Петербургского государственного университета технологии и сервиса. – 2016/ №4. С. 6...9.

REFERENCES

1. Kareva T.Yu. Nityazhenie osnovnyh nitej pri formirovanii tkani s peremennym napravleniem osej nitej v processe tkachestva // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2001, №3. S.37...41.

2. Kareva T.Yu., Plyuhanova T.Yu. Deformaciya nitej osnovy pri formirovanii tkani perevivochnogo

perepleteniya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2000, №2. S.46..50.

3. Patent №2181153, Rossijskaya Federaciya, MKI D03S 13/00,7/00. Tkackij stanok. Kareva T.Yu., Nikolaev S.D., Erohin Yu.F.; opubl. 2002, Byul. №10.

4. Kozhevnikova L.V., Kareva T.Yu., Kozhevnikov S.O. Osobennosti struktury trehosnoj tkani // Vestnik molodyh uchenyh Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta tehnologii i servisa. – 2016 №4. S. 6...9.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 16.11.17.

УДК 677.02; 677.027

**РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНЫЙ МИКРОАНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ
ПОВЕРХНОСТИ ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ВОЛОКНА**

**X-RAY MICROANALYSIS OF CHEMICAL STRUCTURE
OF HYDROPHOBIZED CELLULOSIC FIBER SURFACE**

А.К. БАДАНОВА, А.Ж. КУТЖАНОВА, К.И. БАДАНОВ
A.K. BADANOVA, A.ZH. KUTZHANOVA, K.I. BADANOV

(Алматинский технологический университет, Республика Казахстан,
Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, Республика Казахстан)
(Almaty Technological University, Republic of Kazakhstan,
Taraz State University named after M. Kh. Dulati, Republic of Kazakhstan)
E-mail: aika.e-mail@mail.ru

В статье представлены результаты научных исследований по изучению химической структуры поверхности гидрофобизированного целлюлозного волокна, модифицированного новым способом водоотталкивающей отделки. Проведен рентгеноспектральный микроанализ химической структуры поверхности волокна с использованием автоэмиссионного сканирующего растрового электронного микроскопа сверхвысокого разрешения. Проведены исследования морфологических особенностей гидрофобизированного волокна. Установлено, что водоотталкивающие свойства достигаются за счет синтеза на волокне непрерывной, тонкой полиуретановой пленки, предохраняющей от попадания внутрь волокна влаги с сохранением межволоконного пространства, следовательно, и воздухопроницаемости ткани.

The article presents the results of scientific researches of studying the chemical structure of the hydrophobized cellulose fiber surface modified by the new way of water-repellent finishing. X-ray microanalysis of chemical structure of fiber surface were conducted using the field emission scanning electron microscope with ultra-high resolution. The researches of morphological features of hydrophobized fibers were conducted. It was found that the water-repellent properties are achieved due to the synthesis on fiber a continuous, thin polyurethane film, which protects it against penetration of moisture into the fiber maintaining inter-fiber spaces, and hence, air permeability of fabric.

Ключевые слова: целлюлозное волокно, гидрофобность, гидрофобизация, рентгеноспектральный микроанализ, сканирующий электронный микроскоп, химическая модификация, реакция полиуретанирования, хлопчатобумажная ткань.

Keywords: cellulosic fiber, hydrophobicity, hydrophobization, x-ray microanalysis, scanning electron microscope, chemical modification, the polyurethane formation reaction, cotton fabric.

Легкая восприимчивость целлюлозы к воде связана со сложным строением растительных волокон, состоящих из элементарных волокон (фибрилл) и цепеобразных агрегатов молекул целлюлозы (мицелл), имеющих воздушные промежутки размером от 10 до 1000 Å [1]. Эти промежутки вполне доступны для проникновения воды. Высокое влагопоглощение целлюлозных волокон объясняется еще гидрофильностью молекул целлюлозы, содержащих в химической структуре гидроксильные группы –ОН [2].

Наличие в макромолекуле целлюлозы большого числа гидроксильных групп, прочность гликозидной связи и суммарная энергия межмолекулярных водородных связей определяют специфические свойства хлопкового волокна [3]. Оно устойчиво к действию органических растворителей, набухает в водных растворах, особенно при нагревании, выдерживает кратковременное воздействие температуры 200°C. При длительном нагревании (при температуре >100°C) происходят необратимые структурные изменения.

В предложенном способе гидрофобной отделки с применением реакции полиуретанирования водоотталкивающие свойства достигаются за счет синтеза непрерывной, тонкой упругой полиуретановой пленки на волокне, сглаживающей поверхность волокон, предохраняющей ее от истирания, попадания внутрь волокна влаги и упрочняющей окраску с сохранением межволоконного пространства и воздухопроницаемости ткани [4].

Эффект гидрофобизации при образовании полиуретановой пленки на поверхности целлюлозного волокна с химической точки зрения сводится к прикрыванию молекул целлюлозы молекулами гидрофобного водоотталкивающего полиуретана и к частичной этерификации гидроксильных групп, вследствие чего резко уменьшается гидрофильность целлюлозы. Кроме того, действующие водоотталкивающие силы гидрофобного покрытия на поверхности

волокон материала уменьшают смачиваемость его, и влага не может проникать в те поры, капилляры и промежутки, в которые она легко проникает при хорошей смачиваемости и притяжении молекулами целлюлозы [5].

В работе проведены исследования морфологических особенностей гидрофобизированного целлюлозного волокна с использованием автоэмиссионного сканирующего растрового электронного микроскопа JSM-7500F производства фирмы JEOL (Япония) [6].

На рис. 1 представлены микрофотографии волокон, модифицированных при одинаковой концентрации 2,4-ТДИ и ПЭГ (6000), но при разной температуре термообработки (микрофотографии волокон хлопчатобумажной ткани: а) необработанной; б) модифицированной 2,4-ТДИ и ПЭГ (6000) при температуре термообработки 120°C; в) модифицированной 2,4-ТДИ и ПЭГ (6000) при температуре термообработки 150°C; г) модифицированной 2,4-ТДИ и ПЭГ (6000) при температуре термообработки 180°C).

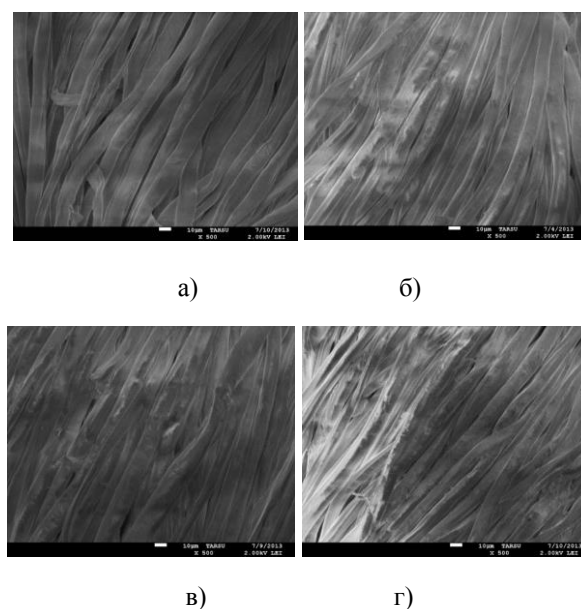


Рис. 1

Из рис. 1 видно, что при всех указанных температурах термообработки образуется пленка на волокне. Изменение наблюдается

при температуре термообработки 180°C, где видна незначительная деструкция волокон.

Таким образом, при отверждении полимера (полиуретана) путем термообработки при высокой температуре на поверхности волокна образуется полимолекулярный слой, обладающий высокой адгезией к волокну и придающий ему водоотталкивающие свойства [7], [8].

Для исследования химической структуры поверхности волокна был проведен рентгеноспектральный микроанализ с применением автоэмиссионного сканирующе-

щего растрового электронного микроскопа JSM-6490LA с системой рентгеноспектрального микроанализатора JED-2300 Analysis Station.

Исследование элементного состава структуры поверхности хлопкового волокна необработанной хлопчатобумажной ткани показало, что волокно содержит основные элементы, из которых построена молекула целлюлозы (рис. 2 – рентгеноспектральный микроанализ химической структуры поверхности необработанного хлопкового волокна).

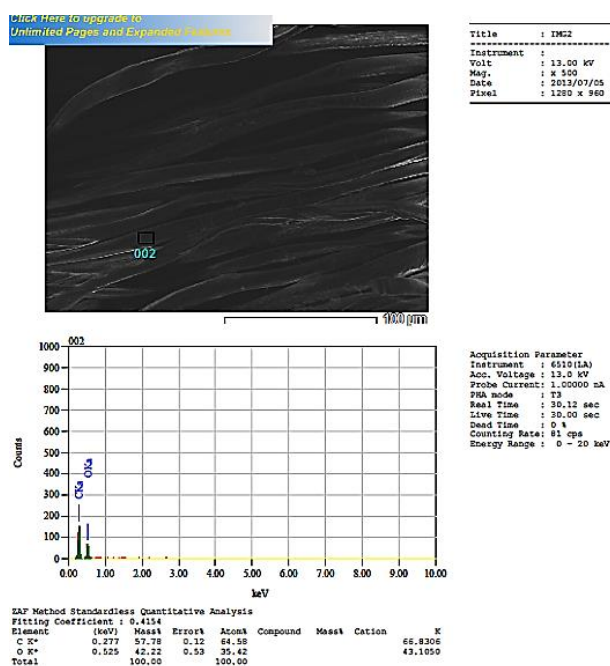


Рис. 2

Водород на графике не отображается в связи с тем, что рентгеноспектральным микроанализом не удастся определить легкие элементы с порядковым номером меньше 4. Возникают такие трудности и с выявлением элементов, когда на линии К-серии одного элемента накладываются линии L- или M-серии другого элемента. Например, на линию K_L азота практически накладывается линия L_j титана [9]. На рис. 3 представлены результаты РСМА гидрофобизированного ПЭГ (6000) и 2,4-ТДИ хлопкового волокна (рентгеноспектральный микроанализ химической структуры поверхности гидрофобизированного ПЭГ (6000) и 2,4-ТДИ хлопкового волокна).

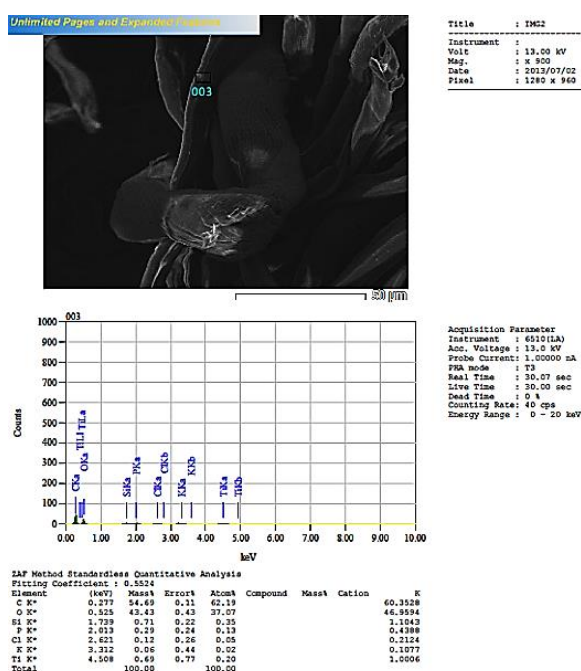


Рис. 3

Элементный состав гидрофобизированного хлопкового волокна показал, что в химической структуре присутствуют L- и K-линии титана. Как было сказано выше, на линию K_L азота практически накладывается линия L_j титана, поэтому линии азота перекрываются линиями титана, и прибор показывает элемент Ti вместо N. Азот входит в химическую структуру исходного вещества 2,4-ТДИ и образующегося полиуретана, следовательно, отображается в РСМА гидрофобизированного ПЭГ (6000) и 2,4-ТДИ хлопкового волокна. Элементы Si, P, Cl, K являются примесями на поверхности волокна и имеют относительно малую массовую долю.

Предложенный способ гидрофобной отделки путем реакции полиуретанирования с применением ПЭГ (6000) и 2,4-ТДИ обеспечивает эффективную гидрофобизацию текстильного материала. Модифицированный материал практически не увеличивается в весе, сохраняет внешний вид, пористость и воздухопроницаемость, чем он выгодно отличается от материалов, обработанных другими водоотталкивающими покрытиями или пропитками. Молекулы полиэтиленгликоля ПЭГ (6000) и толуилен-2,4-диизоцианата, проникая глубоко во все поры, трещины, капилляры, соединяясь друг с другом при термообработке, а также этерифицируя гидроксильные группы молекул целлюлозы, образуют стойкую, химически фиксированную гидрофобную полиуретановую пленку [10].

ВЫВОДЫ

1. Проведены исследования морфологических особенностей гидрофобизированного волокна. Установлено, что водоотталкивающие свойства достигаются за счет синтеза на волокне непрерывной, тонкой полиуретановой пленки, предохраняющей от попадания внутрь волокна влаги с сохранением межволоконного пространства, следовательно, и воздухопроницаемости ткани.

2. Проведен рентгеноспектральный микроанализ химической структуры поверхности волокна с использованием автоэмиссионного сканирующего растрового электронного микроскопа с системой рентгеноспектрального микроанализатора. По результатам исследований установлено, что в микроанализе гидрофобизированного волокна выявлен азот, который содержится в структуре образующегося в процессе синтеза полиуретана.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кричевский Г.Е.* Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды. – Изд. 1-е. – М., 2011.
2. *Алентьев А.А., Кушитченко И.И., Пащенко А.А.* Кремнийорганические гидрофобизаторы. Гидрофобизация целлюлозных материалов. – Киев: Гос. изд-во технич. литературы УССР, 1962.
3. *Badanova Aigerim Kenzhebekovna, Badanova Roza Ryskeldievna, Badanov Kenzhebek Isabekovich.*

Changes of Superficial Properties of Cotton Cellulose in Processes of Preparation and Finishing of Textile Materials // American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture: Scopus. – V. 8, № 9, 2014. P. 1...6.

4. *Баданова А.К., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж., Буркитбай А.* Гидрофобная отделка целлюлозных текстильных материалов // Междунар. научн.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности. – М.: МГУДТ, 2013. С. 133...134.

5. *Badanova Aigerim, Burkitbai Assemgul, Taussarova Bizhamal, Kutzhanova Aiken.* Application of composite structure for water-repellent finishing of textiles // Aachen – Dresden International Textile Conference. – Aachen-Dresden, 2013, November 28-29. – P. 147, CD, poster № P 22.

6. *Баданова А.К., Баданов К.И.* Изучение поверхности хлопкового волокна с помощью сканирующего электронного микроскопа // Механика и моделирование процессов технологии. – Тараз, 2012, №1. С. 45...48.

7. *Баданова А.К.* Придание водоотталкивающих свойств целлюлозным текстильным материалам // Materiály X mezinárodní vědecko – praktická conference "Dny vědy–2014". Díl 26. Chemie a chemická technologie. – Praha: Publishing House "Education and Science", 2014. P.60...63.

8. *Баданова А.К., Баданов К.И., Касымова Г.А.* Изучение состояния поверхности целлюлозного волокна при отделке текстильных материалов // Вестник Алматинского технолог. ун-та. – Алматы, 2014. Вып. 2 (103). С. 30...36.

9. Микроанализ и растровая электронная микроскопия / Под ред. Ф. Морис, Л.Мени, Р.Тиксье. – М.: Металлургия, 1985.

10. *Баданова А.К., Кричевский Г.Е., Таусарова Б.Р., Кутжанова А.Ж.* Применение реакции полиуретанирования для придания гидрофобных свойств целлюлозным текстильным материалам // Вестник ТарГУ имени М.Х. Дулати "Природопользование и проблемы антропосферы": международный научный журнал. – Тараз, 2014, №1. С. 192...200.

REFERENCES

1. *Krichevskij G.E.* Nano-, bio-, himicheskie tehnologii v proizvodstve novogo pokoleniya volokon, tekstilya i odezhd. – izd. 1-e. – M., 2011.
2. *Alentev A.A., Kushtchenkov I.I., Pashenko A.A.* Kremnijorganicheskie gidrofobizatory. Gidrofobizaciya cellyuloznych materialov. – Kiev: Gos. izd-vo tehnic. literatury USSR, 1962.
3. *Badanova Aigerim Kenzhebekovna, Badanova Roza Ryskeldievna, Badanov Kenzhebek Isabekovich.* Changes of Superficial Properties of Cotton Cellulose in Processes of Preparation and Finishing of Textile Materials // American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture: Scopus. – V. 8, № 9, 2014 R. 1...6.
4. *Badanova A.K., Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh., Burkitbaj A.* Hidrofobnaya otdelka cellyuloznych tekstilnyh materialov // Mezhdunar. nauchn.-tehn.

konf.: Dizajn, tehnologii i innovacii v tekstilnoj i legkoj promyshlennosti. – M.: MGUDT, 2013. S. 133...134.

5. Badanova Aigerim, Burkitbai Assemgul, Taussarova Bizhamal, Kutzhanova Aiken. Application of composite structure for water-repellent finishing of textiles // Aachen – Dresden International Textile Conference. – Aachen-Dresden, 2013, November 28-29. – R. 147, CD, poster № P 22.

6. Badanova A.K., Badanov K.I. Izuchenie poverhnosti hlopkovogo volokna s pomoshyu skaniruyushhego elektronnoho mikroskopa // Mehanika i modelirovanie processov tehnologii. – Taraz, 2012, №1. S. 45...48.

7. Badanova A.K. Pridanie vodoottalkivayushih svojstv cellyulozным tekstilnym materialam // Materialy X mezinardni vedecko – prakticka conference "Dny vedy–2014". Dil 26. Chemie a chemicka technologie. – Praha: Publishing House "Education and Science", 2014. R.60...63.

8. Badanova A.K., Badanov K.I., Kasymova G.A. Izuchenie sostoyaniya poverhnosti cellyuloznoho volokna pri otdelke tekstilnyh materialov // Vestnik Almatinskogo tehnolog. un-ta. – Almaty, 2014. Vyp. 2 (103). S. 30...36.

9. Mikroanaliz i rastrovaya elektronnaya mikrokopiya / Pod red. F. Moris, L.Meni, R.Tikse. – M.: Metallurgiya, 1985.

10. Badanova A.K., Krichevskij G.E., Tausarova B.R., Kutzhanova A.Zh. Primenenie reakcii poliuretanirovaniya dlya pridaniya gidrofobnyh svojstv cellyulozным tekstilnym materialam // Vestnik TarGU imeni M.H. Dulati «Prirodopolzovanie i problemy antroposfery»: mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal. – Taraz, 2014, №1. S. 192...200.

Рекомендована кафедрой технологии текстильного производства АТУ. Поступила 03.06.16.

УДК 544.14

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАГУСТКИ НА ОСНОВЕ НАТРИЙКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ С ОПТИМАЛЬНОЙ ДИСПЕРСНОСТЬЮ

THE USE OF ULTRASOUND TO OBTAIN A THICKENER BASED ON SODIUMCARBOXYMETHYL CELLULOSE WITH OPTIMUM DISPERSION

N.A. ТИХОМИРОВА, А.В. ЗАХАРОВА, О.Д. СОБОЛЕВА, А.Н. ГРЕБЕНКИН
N.A. TIKHOMIROVA, A.V. ZAKHAROVA, O.D. SOBOLEVA, A.N. GREBENKIN

(Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна,
ООО Научно-техническая фирма "Эфиры целлюлозы")
(Saint-Petersburg State University Industrial Technology and Design,
JSC Scientific-Technical Firm "Cellulose ethers")
E-mail: tixomirova@bk.ru, color_textiles@mail.ru, grebenkin@sutd.ru

Рассмотрена возможность применения ультразвуковой обработки для получения однородных коллоидных водных растворов Na-карбоксиметилцеллюлозы. Показано интенсифицирующее действие дополнительного механического перемешивания коллоидной системы, находящейся в ультразвуковом поле. Проведен анализ размеров частиц и определены реологические свойства растворов для различных выпускных форм полимера и условий приготовления загусток. Оптимизирован процесс получения коллоидного раствора Na-карбоксиметилцеллюлозы для эффективного использования в качестве загустки при прямой струйной печати ковровых покрытий кислотными красителями.

The possibility of applying ultrasonic treatment to obtain a homogeneous colloidal aqueous solution of Na-carboxymethylcellulose shows the intensifying effect of additional mechanical agitation of a colloidal system in the ultrasonic field. The analysis of particle sizes and determined the rheological properties of solutions for various discharge forms of the polymer and the preparation conditions of the thickener. Optimized process of obtaining Na-carboxymethylcellulose colloidal solution for effective use as a thickener for direct printing ink jet carpet acid dyes.

Ключевые слова: Na-карбоксиметилцеллюлоза, ультразвук, размер частиц, реологические свойства, прямая струйная печать.

Keywords: Na-carboxymethylcellulose, ultrasound, particle size, rheological properties, direct inkjet printing.

К важнейшим критериям оценки современных технологий можно отнести экологическую безопасность и возможность использования возобновляемых природных ресурсов. Особое место при выполнении этих условий занимают многофункциональные текстильно-вспомогательные вещества и прогрессивные технические средства, позволяющие сократить количество компонентов в технологических средах, обеспечивая при этом высокое качество текстильных изделий. К таким веществам можно отнести натрийкарбоксиметилцеллюлозу (натрий-КМЦ) – соединение, которое получается из природного сырья и яв-

ляется безопасным. В водной среде натрий-КМЦ проявляет некоторые поверхностно-активные свойства (для 1%-ного раствора при 25 °С $\sigma = 71$ мН/м) и образует прозрачные вязкие растворы, которые имеют широкое применение, в том числе в качестве загусток при узорчатой расцветке текстильных изделий. Натрий-КМЦ, выпускаемая химическими заводами, состоит из карбоксиметилцеллюлозы с разной степенью этерификации, разной молекулярной массой (следовательно, разной вязкостью водных растворов) и различным содержанием основного вещества, что следует из табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Марка загустителя	Степень замещения по натрийкарбоксиметильным группам в пределах	Массовая доля основного вещества, %	Диапазон вязкости водного раствора при 25°С, мПа·с	Внешний вид выпускной формы
КМЦ 7В	0,60...0,80	50	свыше 100 (2%-ный раствор)	Белая стружка
КМЦ 7Н9 (Blanose®7Н9)	0,65...0,90	98	4000...9000 (1%-ный раствор)	Порошок белого цвета
КМЦ 7Н4С (Blanose®7Н4С)	0,65...0,90	98	2500...4500 (1%-ный раствор)	Гранулы белого цвета

Технический продукт, содержащий фракции с различной степенью полимеризации, при растворении в воде образует коллоидный раствор, микроскопические исследования которого показали наличие частиц различного размера и даже макрочастиц в коллоидных растворах КМЦ 7В.

В ряде публикаций [1], [2] было показано, что загустка на основе продуктов модифицированной целлюлозы обеспечивает эффективное использование кислотных красителей при колорировании текстильных изделий из полиамидного волокна. Однако, при капле струйной технологии воспроизведения рисунка на ковровом покрытии, наряду со стандартными требованиями к загусткам, предъявляют специальные, а именно: размер частиц в печатной краске

обеспечивающий ритмичную работу печатающей головки, и оптимальная смачивающая способность, обеспечивающая прокрашивание полиамидного ворса по высоте при сохранении четкости контуров рисунка.

Для исследования были выбраны продукты с высоким содержанием основного вещества натрий-КМЦ (98%) со степенью замещения 0,65...0,90 двух выпускных форм: марка 7Н9 – регулярный порошок с частицами 0,4...0,6 мм (КМЦ 7Н9) и марка 7Н4С – гранулированный порошок с частицами 0,18...0,85 мм (КМЦ 7Н9С). Приготовление загустки осуществляли как традиционным способом, так и с применением ультразвука. Традиционная технология предполагает нагревание до 50°С с перемешиванием механической мешалкой W.A.T.

Норьзон ML-2 в течение трех часов до однородной прозрачной массы. Озвучивание системы вода – КМЦ осуществляли без нагревания в ультразвуковой ванне с генератором УЗГ 13 – 0,1/22. Для интенсификации процесса набухания и диспергирования одновременно с озвучиванием осуществляли перемешивание с использованием механической мешалки. В процессе проведения эксперимента анализировали физико-химические свойства растворов натрий-КМЦ по реологическим кривым, полученным на вискозиметре Реотест-2, однородность и дисперсность коллоидной системы с использованием установки Microcolor 2000 250B-LAB.

Определенным достоинством использования загусток на основе натрий-КМЦ является простота приготовления, не требующая даже температурного воздействия. Однако нагревание приводит к ускорению процесса набухания, но при этом возможно изменение вязкости раствора как обратимое, так и необратимое. Из литературных данных следует, что необратимое уменьшение вязкости, не сопровождающееся деструкцией натрий-КМЦ, происходит при нагревании ее водного раствора до 80...100 °С, что объ-

ясняется диспергированием агрегатов частиц вещества и стабилизацией их низкомолекулярными фракциями [3]. Кавитационные процессы при озвучивании приводят к повышению температуры системы вода – полимер, интенсивному диспергированию агрегатов частиц и, как следствие, изменению вязкости коллоидного раствора натрий-КМЦ. Изучение влияния продолжительности озвучивания на вязкость загустки, приготовленной из КМЦ 7Н9 и КМЦ 7Н4С, проводили без мешалки и с мешалкой. Вязкость определяли при градиенте скорости сдвига 145,8 с⁻¹.

Влияние продолжительности озвучивания 1%-ных растворов натрий-КМЦ различных марок без применения механической мешалки 7Н9(а), 7Н4С(б) и с использованием механической мешалки 7Н9(в), 7Н4С(г) на вязкость при градиенте скорости сдвига 145,8 с⁻¹ представлено на рис. 1. Анализ полученных данных показал, что имеет место различное поведение регулярного и гранулированного порошков в процессе набухания и диспергирования, которое необходимо учитывать, особенно при использовании выпускной формы в виде гранул.

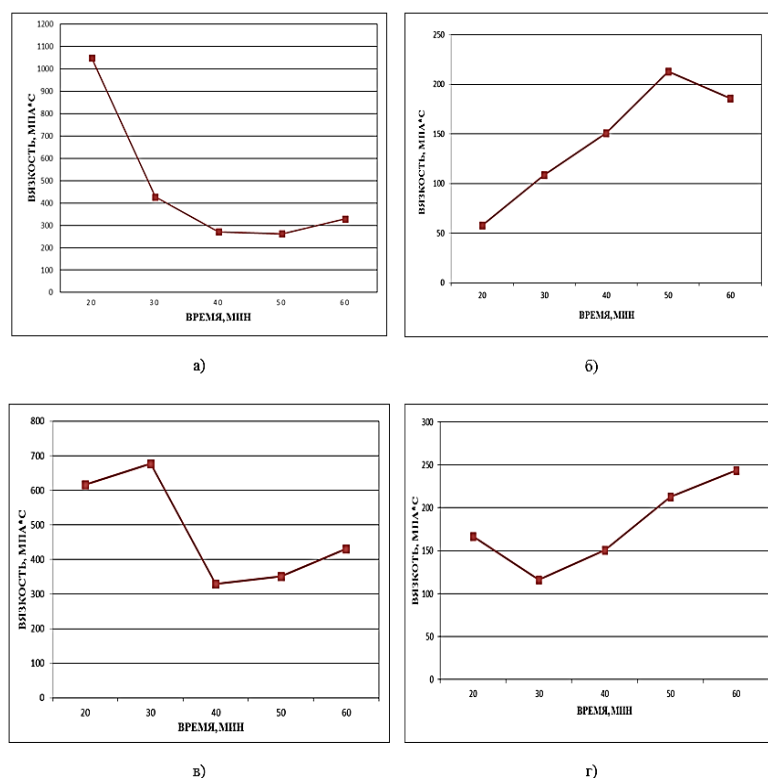
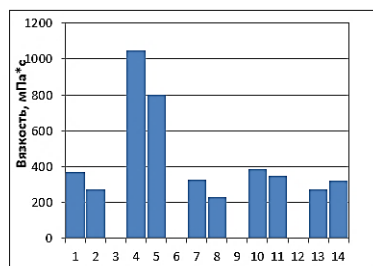


Рис. 1

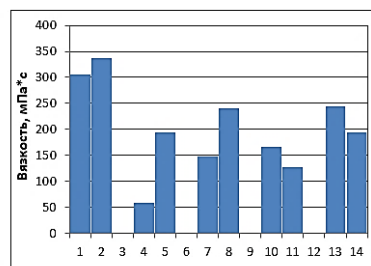
Можно предположить, что процесс набухания гранулированного порошка идет значительно медленнее за счет присутствия гранулообразующей добавки и фактор времени в этом случае играет большую роль. В процессе набухания регулярного порошка постоянная вязкость достигается через 20...30 мин озвучивания.

Одним из важнейших свойств загусток является стабильность реологических ха-

рактеристик в процессе их хранения. Влияние продолжительности хранения в течение 7 суток 1%-ной загустки на основе КМЦ 7Н9 (а) и КМЦ 7Н4С (б) на вязкость при градиенте скорости $145,8 \text{ с}^{-1}$ представлено на рис. 2. Полученные данные показывают эффективность применения ультразвука, особенно для КМЦ 7Н4С.



а)
1- без УЗ, 2- без УЗ (7 суток),
4- УЗ 20 мин., 5- УЗ 20 мин. (7 суток),
7- УЗ 60 мин., 8- УЗ 60 мин. (7 суток), 10- УЗ + мешалка 20 мин.,
11- УЗ + мешалка 20 мин. (7 суток),
13- УЗ + мешалка 60 мин.
14- УЗ + мешалка 60 мин. (7 суток)



б)
1- без УЗ, 2- без УЗ (7 суток),
4- УЗ 20 мин., 5- УЗ 20 мин. (7 суток),
7- УЗ 60 мин., 8- УЗ 60 мин. (7 суток), 10- УЗ + мешалка 20 мин.,
11- УЗ + мешалка 20 мин. (7 суток),
13- УЗ + мешалка 60 мин.
14- УЗ + мешалка 60 мин. (7 суток)

Рис. 2

Для гранулированной выпускной формы важнейшим фактором является продолжительность набухания без каких-либо воздействий. В этом случае увеличение времени озвучивания и дополнительная интенсификация процесса диспергирования и набухания способствует достижению оптимальной вязкости. При использовании порошковой выпускной формы оптимальная вязкость раствора достигается через 20 мин озвучивания, и дальнейшее воздействие приводит к снижению вязкости, что может быть связано с диспергирующим действием низкомолекулярных фракций, как указывалось выше, или с деструкцией полимера, так как при этом наблюдается некоторое пожелтение раствора. Таким образом, максимальная стабильность динамической вязкости загустки достигается при 20-минутной ультразвуковой обработке раствора натрий-КМЦ 7Н9. Изучение реологических свойств загустки, свежеприготовленной и

через 7 суток, позволило сделать вывод о том, что степень тиксотропного восстановления, как показано в табл. 2, в отдельных случаях несколько снижается, но остается достаточной, чтобы обеспечить высокие печатно-технические свойства.

Результаты анализа дисперсности загусток, приготовленных различными способами, представлены в табл. 3. При традиционном длительном способе приготовления в загустке преобладают частицы до 3 мкм в растворе натрий-КМЦ 7Н9, а при ультразвуковой обработке близкие результаты достигаются за 20 мин без дополнительного перемешивания. В растворах, содержащих гранулированную выпускную форму, даже после длительной ультразвуковой обработке присутствуют частицы, размер которых достигает 20 мкм. Только применение дополнительного перемешивания при озвучивании позволяет исключить появление частиц с размером более 7 мкм.

Т а б л и ц а 2

Способ приготовления	Время озвучивания, мин	Марка КМЦ	До хранения		Хранение 7 суток	
			тиксотропность, %	структурированность	тиксотропность, %	структурированность
Без УЗ	-	7Н9	100	59,44	100	102,85
		7Н4С	100	38,28	100	52,41
УЗ	20	7Н9	92	79,58	92	126,81
		7Н4С	93	14,73	100	58,34
	60	7Н9	100	45,73	100	45,73
		7Н4С	98	30,15	97	23,92
УЗ + мешалка	20	7Н9	90	89,99	90	89,99
		7Н4С	100	34,60	97	25,05
	60	7Н9	100	46,47	100	46,47
		7Н4С	98	68,48	100	15,62

Т а б л и ц а 3

Вид обработки	Время обработки, мин	Марка загустителя	Содержание частиц в % с размером				
			до 3мкм	до 5мкм	до 7мкм	до 10мкм	до 20мкм
Без УЗ	-	КМЦ 7Н9	80	20	-	-	-
		КМЦ 7Н4С	20	50	20	10	-
УЗ	20	КМЦ 7Н9	60	40	-	-	-
		КМЦ 7Н4С	10	60	10	10	10
УЗ	60	КМЦ 7Н9	80	20	-	-	-
		КМЦ 7Н4С	-	60	20	10	10
УЗ + мешалка	20	КМЦ 7Н9	40	40	20	-	-
		КМЦ 7Н4С	-	100	-	-	-
УЗ + мешалка	60	КМЦ 7Н9	60	30	10	-	-
		КМЦ 7Н4С	10	80	10	-	-

С учетом реологических свойств и дисперсности коллоидного раствора, приготовленного в оптимальных условиях, натрий-КМЦ 7Н9 может быть рекомендована в качестве загустителя для печатных красок на основе кислотных красителей для прямой струйной печати полиамидных ковровых покрытий.

Результаты изучения влияния концентрации натрий-КМЦ 7Н9 на дисперсность,

представленные в табл. 4, показали, что оптимальными условиями приготовления загустки в применяемом диапазоне концентраций до 2%, являются озвучивание в течение 20 мин без дополнительного перемешивания раствора, так как при этом достигаются оптимальные реологические свойства и размер частиц, который не превышает 5 мкм.

Т а б л и ц а 4

Концентрация КМЦ 7Н9, %	Размер частиц и содержание в %			
	до 3 мкм	до 5 мкм	до 7 мкм	до 10 мкм
1,0	60	40	-	-
1,5	10	80	10	-
2,0	30	70	-	-
3,0	30	50	10	10

ВЫВОДЫ

1. Озвучивание коллоидных систем на основе натрий КМЦ позволяет оперативно получать загустки с устойчивыми физико-химическими свойствами.

2. Максимальная однородность коллоидной системы достигается при использовании натрий-КМЦ в виде регулярного порошка.

3. Определены оптимальные условия приготовления загустки на основе КМЦ

7Н9 с размером частиц до 5 мкм, отвечающей требованиям оборудования для прямой струйной печати Chromojet.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2433216 РФ, МКП⁷ С 2, D 06 P 5/32; D 06 P 3/04. Состав для струйной печати нетканых текстильных материалов из полиамидного волокна / Артамохина Ю.А., Тихомирова Н.А., Киселев А.М. и др.; опублик. 10.11.2011, Бюл.№31.
2. Мельников Б.Н., Блиничева И.Б., Виноградова Г.И., Лифенцев О.М., Осминин Е.А. Прогресс техники и технологии печатания тканей. – М.: Легкая индустрия, 1980.
3. Степанов А.С. Загустители и печатные краски. – М.: Легкая индустрия, 1969.

REFERENCES

1. Patent № 2433216 RF, МКП⁷ С 2, D 06 P 5/32; D 06 P 3/04. Sostav dlya strujnoj pechati netkanyh tekstilnyh materialov iz poliamidnogo volokna / Artamohina Yu.A., Tihomirova N.A., Kiselev A.M. i dr.; opubl. 10.11.2011, Byul.№31.
2. Melnikov B.N., Blinicheva I.B., Vinogradova G.I., Lifencev O.M., Osminin E.A. Progress tehniki i tehnologii pechataniya tkanej. – M.: Legkaya industriya, 1980.
3. Stepanov A.S. Zagustiteli i pechatnye kraski. – M.: Legkaya industriya, 1969.

Рекомендована кафедрой химической технологии и дизайна текстиля СПбГУПТД. Поступила 23.03.17.

УДК 667+628.543

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УФ-ОБЛУЧЕНИЯ В ПОДГОТОВКЕ И ОЧИСТКЕ ВОД КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

THE APPLICATION OF THE METHOD OF UF-RADIATION IN THE PREPARATION AND WATER TREATMENT OF DYEING AND FINISHING PRODUCTION

М.В. ПЫРКОВА, И.И. МЕНЬШОВА, Е.В. ПАНКРАТОВА
M.V. PYRKOVA, I.I. MENSHOVA, E.V. PANKRATOVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: k_htvm@mail.msta.ac.ru

В статье предлагается метод УФ-облучения – как комплексный подход в подготовке и очистке технологической воды в условиях красильно-отделочного производства. Установлено, что подготовленная под действием УФ-облучения технологическая вода обеспечивает соответственно высокие значения показателей белизны и качество окрасок текстильных материалов. Показано: УФ-облучение может быть использовано как метод безреагентной очистки стоков, содержащих красители.

The article suggests the method of UF-radiation as a complex approach in preparation and purification of sewage water and its successive return in the technological process of dyeing and finishing production. It has been stated that process water subjected to UF-radiation ensures correspondingly high estimates of brightness

indicator and the quality of dyed fabrics. It has been shown that UF- radiation can be used as a method of reagentless purification of sewage water containing dyes.

Ключевые слова: УФ-излучение, технологическая вода, водоподготовка, очистка сточных вод, водорастворимые красители, красильно-отделочное производство, белизна ткани.

Keywords: UF-radiation, process water, purification of sewage water, water-soluble dyes, dyeing and finishing of textiles , white cloth.

Для красильно-отделочных производств технологическая вода должна соответствовать ГОСТ Р 51232–98 [1]. Соблюдение требований к качеству воды, поступающей на технологические нужды отделочного производства, является необходимым условием для получения высококачественной продукции.

Технологические процессы отбеливания и крашения проводили на воде из реки Москва в районе Коломенское, воде из магистрального водопровода г. Москвы, технологической воде красильно-отделочного предприятия и дистиллированной воде. Подготовку речной и водопроводной воды осуществляли с помощью ультрафиолетового излучения (УФ-лампа ДРТ400). В работе исследовали влияние времени обработки и высоты обрабатываемого слоя жид-

кости УФ-излучением на качество водоподготовки. В качестве эталона была выбрана дистиллированная и технологическая вода. Скорость фотодеструкции органических загрязнений определяли по показателям: по содержанию железа, по изменению ХПК (химическое потребление кислорода), цветности и изменению водородных ионов в водной среде. Исследования показали, что максимальная концентрация загрязняющих веществ, разрушающихся под действием УФ-излучения, с образованием активных форм кислорода, находится не на поверхности воды, а в ее толще. Время УФ-облучения оказывает влияние на содержание водородных ионов (рН) в водной среде (табл.1 – анализ речной воды после фотоокисления в сравнении с технологической водой).

Т а б л и ц а 1

Показатели мг/л	Характеристика воды			
	до фото-окисления	после фотоокисления		технологическая вода
		h = 3 см, t = 10 мин	h = 1 см, t = 1 мин	
		речная	водопроводная	
рН	7,90	7,40	7,30	7,5
Взвешенные вещества	8,80	8,16	8,10	8,7
ХПК	33,60	4,80	4,70	24,3
БПК ₅	3,50	3,00	3,00	2,3/3,45
Ион -аммония	2,96	1,50	1,30	2
Нитрат-ион	7,80	2,40	2,20	10
Фосфат-ион	0,92	0,21	0,18	3,5
Железо общее	0,31	0,09	0,19	0,32
Марганец	0,11	0,01	0,03	0,10
Нефтепродукты	0,27	0,25	0,10	0,28

Обработка исследуемой воды при помощи УФ-излучения позволяет эффективно удалять ионы железа, сульфат-ионы, нитрат- и нитрит-ионы, анионы аммония, снизить более чем в 4 раза содержание фосфат-

ионов, уменьшить количество тяжелых металлов свинца, меди, цинка [2]. После УФ-обработки содержание марганца снижается в десятки раз, в 3 раза – железа. Таким образом, можно сделать вывод о том, что исполь-

зование УФ-облучения позволяет эффективно обеззараживать природную воду [3], [4] и одновременно удалять из нее значительное количество загрязнений, при этом не наблюдается повышение концентрации остальных исследованных веществ.

Подготовка речной воды с использованием УФ-излучения позволяет использовать ее в технологических процессах отделочного производства. В работе исследовали влияние уровня водоподготовки на процессы беления хлопчатобумажных и

льняных тканей. Качество подготовки текстильных материалов оценивали по следующим показателям: капиллярность, степень белизны и разрывная нагрузка (табл. 2 – качественные показатели отбеленных целлюлозных материалов). Из данных таблицы видно, что речная вода, подготовленная УФ-облучением и используемая при белении хлопчатобумажных и льняных тканей, обеспечивает высокие значения качественных показателей процесса подготовки тканей из целлюлозных волокон.

Т а б л и ц а 2

Характеристика воды	Качественные показатели отбеленной ткани		
	капиллярность, мм	белизна по Стефансону, %	разрывная нагрузка, Н
	льняной ткани		
Речная	68	60	103
УФ-облучение h=3см, t=5мин	77	71	112
Водопроводная	74	72	120
	хлопчатобумажной ткани		
Речная	80	65	99
УФ-облучение h=3см, t=5мин	92	75	108
Водопроводная	89	72	110

В работе исследовали влияние уровня водоподготовки на процесс крашения шерстяных тканей кислотными красителями. Определение цветовых характеристик окрасок проводили на приборе спектрофотометр MINOLTA CM 3600 d с программным обеспечением фирмы Orintex. Результаты исследований показали что, подготовленная под действием УФ-облучения речная вода при крашении шерстяной ткани кислотными красителями обеспечивает качество окраски, соответствующее окраскам, полученным в технологической воде. Насыщенность и интенсивность полученных окрасок практически не отличаются и составили $C_{\text{УФ-обл.вода}} = 71,06 \text{ К/С}_{\text{УФ-обл.вода}} = 36,6$ и $C_{\text{тех.вода}} = 70,20 \text{ К/С}_{\text{тех.вода}} = 35,26$ соответственно. При этом в сточные воды попадает одинаковое количество красителя.

Как известно, ультрафиолетовое облучение является безреагентным методом фотодеструкции красителей, которая приводит к изменением свойств красителей, прежде всего спектральных. Поэтому представляет интерес исследовать эффективность очистки сточных вод, содержащих

водорастворимые красители, методом ультрафиолетового облучения. Разрушение красителей под воздействием УФ-облучения происходит до образования нетоксичных органических соединений [4].

В работе исследовали модельные растворы прямых и кислотных красителей концентраций от 10 до 100 мг/л. Облучение ультрафиолетом модельных растворов красителей осуществляли от 1 до 100 мин, при толщине поглощающего слоя $h=2,5$ см, расстояние до УФ-лампы 14 см. Используя метод прямой фотометрии, с построением калибровочного графика, определили концентрации исследуемых красителей в модельных растворах после УФ-облучения. Динамика изменения концентрации красителей при УФ-облучении представлена в табл. 3 (изменения концентрации красителей при УФ-облучении) и на рис. 1 (кинетические кривые концентрации красителей при УФ-облучении ($h=2,5$ см)): 1 – краситель кислотный фиолетовый 4К, 2 – краситель кислотный красный 2С, 3 – краситель прямой желтый светопроочный 5К, 4 – краситель прямой красный 2С).

Время УФ-обл., мин, h=2,5 см	Концентрация красителя в модельном растворе, мг/л									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Краситель кислотный фиолетовый 43										
1	8,6	18,0	27,8	36,4	46,4	58,0	67,2	80,0	90,0	100,0
5	7,8	18,0	26,7	32,8	42,3	54,5	65,4	80,0	90,0	100,0
10	6,9	16,0	25,0	30,7	36,4	48,8	61,4	78,0	90,0	100,0
20	4,2	8,6	21,8	27,9	29,7	36,7	54,8	74,3	87,6	100,0
50	2,0	3,9	16,0	26,7	27,9	31,2	36,4	72,0	83,4	95,0
100	0,0	0,8	5,4	21,4	24,3	25,6	29,1	69,3	81,1	93,0
Краситель кислотный красный 2С										
1	8,1	18,0	27,3	38,7	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
5	5,8	14,8	25,6	37,5	47,0	58,5	70,0	80,0	90,0	100,0
10	4,0	13,1	22,3	35,0	43,0	57,5	65,0	75,0	85,0	90,0
20	1,8	8,1	17,0	30,0	37,5	52,5	57,5	70,0	80,0	85,5
50	0,0	2,7	7,8	18,0	27,8	42,0	50,0	60,0	70,0	80,0
100	0,0	0,7	2,0	6,6	13,1	27,8	35,0	52,5	60,0	75,0
Краситель прямой желтый светопрочный 5К										
1	10,0	19,2	27,5	38,4	47,5	57,5	67,5	78,0	90,0	100,0
5	4,3	15,9	25,1	36,5	42,5	52,0	65,0	75,0	90,0	100,0
10	3,2	14,8	22,0	34,0	42,5	50,0	62,5	72,0	90,0	100,0
20	1,0	10,8	17,6	26,7	39,0	34,1	60,0	69,3	85,0	90,0
50	0,0	3,2	10,0	20,0	36,5	32,3	53,2	65,0	75,0	85,0
100	0,0	1,0	4,2	13,7	25,1	28,3	36,1	60,0	70,0	80,0
Краситель прямой красный 2С										
1	6,3	16,7	28,1	35,8	46,3	57,4	68,7	80,0	90,0	100,0
5	4,7	11,3	19,3	28,1	32,4	50,1	65,6	78,2	84,3	96,3
10	3,2	5,1	15,8	20,5	30,1	46,3	50,9	73,2	77,0	90,0
20	0,0	2,9	5,1	16,4	27,8	36,2	39,4	67,5	67,5	80,0
50	0,0	0,3	2,1	9,4	13,8	30,9	20,0	54,8	60,0	65,0
100	0,0	0,0	0,0	0,7	4,3	4,9	9,1	35,1	45,7	55,3

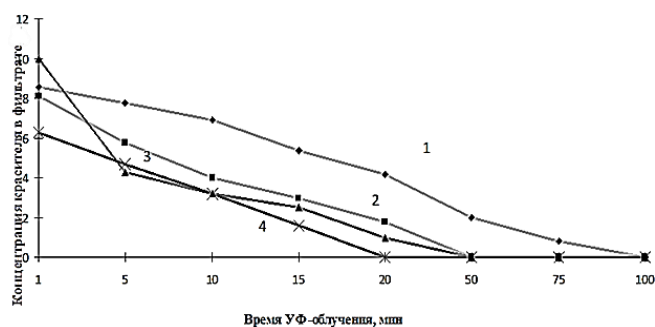


Рис. 1

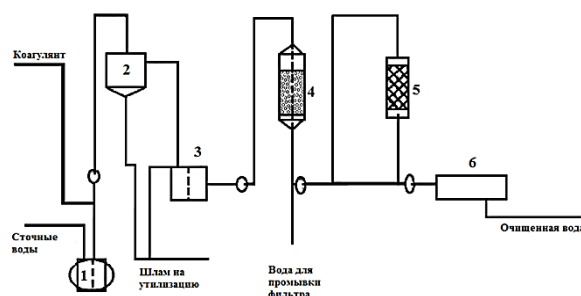


Рис. 2

УФ-излучение обесцвечивает водорастворимые красители, оказывая влияние на степень их деструкции [5], [6]. Таким образом, использование на красильно-отделочных предприятиях установок с УФ-излучением очень актуально, так как позволяет обеспечить эффективную водоподготовку технологической воды и очистку сточных вод с последующим использованием оборотной очищенной воды в технологических

процессах красильно-отделочного производства [7], [8], как показано на предлагаемой схеме локальной очистки сточных вод цеха крашения полушерстяных материалов (рис. 2 – технологическая схема локальной очистки сточных вод цеха крашения полушерстяных материалов). Сточная вода проходит блок механической очистки 1, далее освобождается от мелкодисперсных взвешенных частиц коагуляцией 2, проходит

доочистку на флотационной камере 3 и адсорбере 4,5 и обесцвечивается на УФ-установке 6 [3].

ВЫВОДЫ

Показано, что использование на красильно-отделочных предприятиях установок с УФ-излучением очень актуально, так как позволяет обеспечить эффективную водоподготовку технологической воды и очистку сточных вод с последующим использованием оборотной очищенной воды в технологических процессах красильно-отделочного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крысанова В.А., Сафонов В.В., Меньшова И.И. Полифункциональные активные красители в реконструкции цветовой гаммы текстильных материалов // Дизайн и технологии. – 2015, №46 (88). С.41...43.
2. Булава Д.Д., Пыrkova М.В. Исследование влияния УФ-излучения на качество водоподготовки // Тез. докл. Всероссийск. научн.-технич. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2006) – М., 2006, 28-29 ноября. С.162.
3. Садова С.Ф., Кривцова Г.Е., Коновалова М.В. Экологические проблемы отделочного производства / Под ред. проф. С.Ф. Садовой. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.
4. Киселёв А.М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2002, т. XLVI, №1.
5. Филипова Н.И., Матафонова Г.Г., Батоев В.Б. Обесцвечивание растворов азокрасителя ультрафиолетовым излучением ХеВг-эксилампы // Вестник МИТХТ. Химия и технология органических веществ. – 2009. Т.4, №5. С.56...59.
6. Соснина Н.А., Штарева А.В. Фотолитическая деструкция как способ очистки сточных вод от органических соединений // Вестник ТОГУ, Строительство и архитектура. – 2011, №3(22). С.75...84.
7. Никитин Е.И., Меньшова И.И. УФ-облучение как способ извлечения красителей из сточных вод красильно-отделочного производства // Тез. докл. 66-й межвуз. научн.-технич. конф. молодых ученых и студентов: Студенты и молодые ученые КГТУ – производству. – Кострома: КГТУ, 2014. С.121.

8. Никитин Е.И., Меньшова И.И. Метод фотоочистки сточных вод красильно-отделочного производства // Тез. докл. 66-й межвуз. научн.-технич. конф. молодых ученых и студентов: Студенты и молодые ученые КГТУ – производству. – Кострома: КГТУ, 2014. С.133...134.

REFERENCES

1. Krysanova V.A., Safonov V.V., Menshova I.I. Polifunkcionalnye aktivnye krasiteli v rekonstrukcii cvetovoj gammy tekstilnyh materialov // Dizajn i tehnologii. – 2015, №46 (88). S.41...43.
2. Bulava D.D., Pyrkova M.V. Issledovanie vliyaniya UF-izlucheniya na kachestvo vodopodgotovki // Tez. dokl. Vserossiysk. nauchn.-tehnic. konf.: Sovremennyye tehnologii i oborudovanie tekstilnoj promyshlennosti (Tekstil-2006) – M., 2006, 28-29 noyabrya. S.162.
3. Sadova S.F., Krivcova G.E., Konovalova M.V. Ekologicheskie problemy otdelochnogo proizvodstva / Pod red. prof. S.F. Sadovoj. – M.: RIO MGTU im. A.N. Kosygina, 2002.
4. Kiselyov A.M. Ekologicheskie aspekty processov otdelki tekstilnyh materialov // Rossijskij himicheskij zhurnal (Zh. Ros. him. ob-va im. D.I. Mendeleeva). – 2002, t. XLVI, №1.
5. Fillipova N.I., Matafonova G.G., Batoev V.B. Obesvechivanie rastvorov azokrasitelya ultrafioletovym izlucheniem HeVr-eksilampy // Vestnik MITHT. Himiya i tehnologiya organicheskikh veshestv. – 2009. T.4, №5. S.56...59.
6. Sosnina N.A., Shtareva A.V. Fotoliticheskaya destrukciya kak sposob ochistki stochnyh vod ot organicheskikh soedinenij // Vestnik TOGU, Stroitelstvo i arhitektura. – 2011, №3(22). S.75...84.
7. Nikitin E.I., Menshova I.I. UF-obluchenie kak sposob izvlecheniya krasitelej iz stochnyh vod krasilno-otdelochnogo proizvodstva // Tez. dokl. 66-j mezhvuz. nauchn.-tehnic. konf. molodyh uchenyh i studentov: Studenty i molodye uchenye KGTU – proizvodstvu. – Kostroma: KGTU, 2014. S.121.
8. Nikitin E.I., Menshova I.I. Metod fotoochistki stochnyh vod krasilno-otdelochnogo proizvodstva // Tez. dokl. 66-j mezhvuz. nauchn.-tehnic. konf. molodyh uchenyh i studentov: Studenty i molodye uchenye KGTU – proizvodstvu. – Kostroma: KGTU, 2014. S.133...134.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 10.12.16.

**ЗАВИСИМОСТЬ ФАКТОРА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ОТ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**DEPENDENCE OF THE FACTOR OF DIELECTRIC LOSSES
TEXTILE MATERIALS
FROM CARRYING OUT CONDITIONS
CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES**

О.Г. ЦИРКИНА, А.Л. НИКИФОРОВ, В.Е. РУМЯНЦЕВА
O.G. TSIRKINA, A.L. NIKIFOROV, V.E. RUMYANTSEVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Ивановская государственная пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Ivanovo Fire and Rescue Academy of The State Fire Service of EMERCOM of Russia)
E-mail: ogsirkina@mail.ru, anikiforoff@list.ru, varrym@gmail.com

Работа посвящена обобщению полученных результатов исследований диэлектрических свойств текстильных материалов, различных по своему химическому составу. Выявлена зависимость фактора диэлектрических потерь от частоты внешнего электромагнитного поля, температуры и влажности текстильных полотен, пропитанных технологическими растворами, что позволяет сделать обоснованный выбор технических параметров обработки тканей в поле ТВЧ для различных технологических процессов отделочного производства.

This research is devoted to generalization of results of the dielectric properties of textile materials different on the chemical composition. Dependence of a factor of dielectric losses from the frequency of an outside electromagnetic field, temperature and humidity of the textile cloths which impregnated with technological composition that allows to make a reasonable choice of technical parameters of processing of fabrics in the high frequency field for different technological processes of finishing production is revealed.

Ключевые слова: фактор диэлектрических потерь, текстильные материалы, поле токов высокой частоты, отделочное производство.

Keywords: factor of dielectric losses, textile materials, high frequency field, finishing production.

Технологические процессы облагораживания текстильных материалов в отделочном производстве основаны на использовании традиционных источников нагрева: тепловой энергии горячего воздуха, водяного пара, энергии инфракрасного излучения. Указанные способы обработки характеризуются высокими энергозатратами, инерционностью теплопередачи от источ-

ника к материалу и низким КПД. Использование энергии высокочастотных электромагнитных колебаний при реализации химико-текстильных процессов является перспективным, поскольку позволяет избежать вышеуказанных недостатков. Помимо этого обработка волокнистых материалов в поле токов высокой частоты (ТВЧ) позволяет интенсифицировать теплообмен-

ные, адсорбционные и диффузионные процессы и в ряде случаев получить более высокие качественные показатели готовых тканей [1].

Представленная работа посвящена обобщению полученных результатов исследований диэлектрических свойств текстильных материалов, различных по своему химическому составу. Выявлены зависимости величины фактора диэлектрических потерь для материалов из природной целлюлозы (хлопчатобумажных и льняных), из гидратцеллюлозных волокон (вискозных, штапельных), хлопкополиэфирных, полиэфирных и полиамидных тканей от частоты поля, температуры, качественного и количественного состава технологических растворов.

Для оценки целесообразности применения поля ТВЧ в процессах отделки текстиля использованы полученные экспериментальным путем электрофизические характеристики тканей, такие как $\operatorname{tg}\delta$ – тангенс угла диэлектрических потерь; ϵ – диэлектрическая проницаемость и k – фактор (коэффициент) диэлектрических потерь, который представляет собой произведение $\operatorname{tg}\delta$ и ϵ , в диапазоне частот от 73 кГц до 100 МГц. Исследования проведены с использованием измерителя добротности (Q-мера) для тканей, отличающихся по химической природе, по толщине и поверхностной плотности, при различных значениях температуры и влажности, а также состава и количества нанесенных пропиточных растворов. Установлено, что изменение какого-либо из указанных параметров влечет за собой изменение значений электрофизических величин обрабатываемого материала. Данный факт затрудняет оптимизацию процесса ВЧ-обработки в целом вследствие нестабильности его протекания.

Показано, что для суровых целлюлозо-содержащих тканей, имеющих кондиционную влажность $\sim 5...6\%$, величина k не зависит от температуры ткани в диапазоне 20...160°C. Данный факт можно объяснить тем, что кратковременный нагрев воздушно-сухих материалов, на которых присутствуют воскообразные вещества, до

температур 140...160°C не приводит к сколь-нибудь значимым изменениям структуры целлюлозы. Помимо этого целлюлоза – полярный жесткоцепной полимер, следовательно, в сухом состоянии для нее характерна лишь дипольно-групповая поляризация, поэтому она плохо нагревается в поле ТВЧ [2]. Материалы из полиэфирных волокон содержат в составе макромолекул группы со средней полярностью. Для подобных полимеров основным видом поляризации является электронная, которая идет без выделения тепла, поэтому в воздушно-сухом состоянии они характеризуются низкими значениями фактора диэлектрических потерь и также слабо нагреваются в ВЧ-поле. Макромолекулы, из которых состоит полиамидное волокно, являются полярными. Для полярных диэлектриков характерна дипольно-групповая и дипольно-сегментальная поляризация. При воздействии на подобный материал поля ТВЧ его полярные элементы будут переориентироваться вдоль линий напряженности поля в соответствии с полярностью, следовательно, материалы из полиамидных волокон будут иметь большие значения фактора диэлектрических потерь.

На рис. 1 представлены зависимости значений коэффициента диэлектрических потерь k от температуры для воздушно-сухих тканей: 1 – полиамидной, 2 – хлопчатобумажной, 3 – полиэфирной. Из графиков видно, что среднеполярный полиэфирный материал имеет показатель диэлектрических потерь на порядок меньше, чем полярный полиамид. Более высокое значение k хлопчатобумажной ткани, по сравнению с полиэфирной, является следствием большей кондиционной влажности целлюлозного волокна.

Зависимости $\operatorname{tg}\delta$ текстильных материалов в воздушно-сухом состоянии от частоты поля приведены на рис. 2, где 1 – полиэфирная, 2 – хлопчатобумажная, 3 – вискозная штапельная ткани [3]. Значения $\operatorname{tg}\delta$ для всех указанных текстильных материалов максимальны на частоте, близкой к 10^8 Гц.

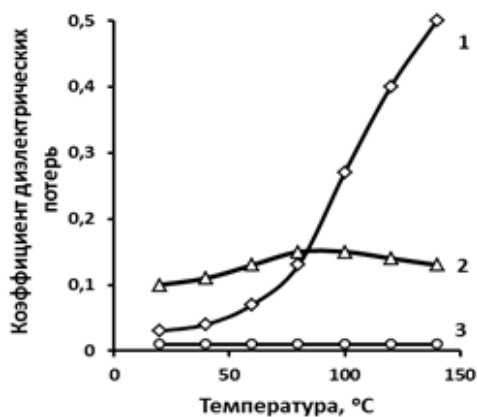


Рис. 1

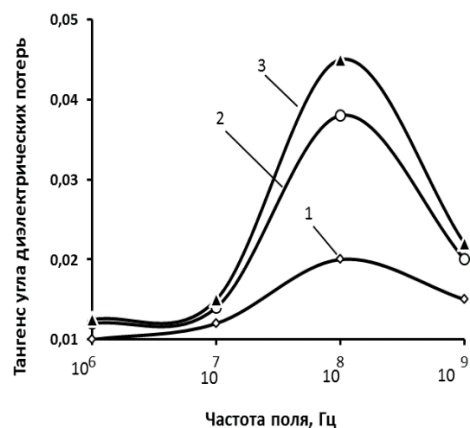


Рис. 2

Наличие экстремумов можно объяснить резонансом при совпадении частоты колебаний ВЧ-поля с собственной частотой колебаний молекул воды, содержащейся в волокне. Количество кондиционной влаги (1...12% в зависимости от природы волокна) недостаточно для того, чтобы повлиять на диэлектрические свойства тканей во всем диапазоне частот, но достаточно, чтобы проявиться на резонансной частоте воды – 10⁸ Гц. После удаления кондиционной влаги значение tgδ в точке экстремума значительно уменьшается, что подтверждает правильность предложенного объяснения.

В работе [4] показано, что частотные зависимости tgδ воздушно-сухих хлопкополиэфирных тканей, полученные в диапазоне 0,073...40,68 МГц, имеют два пика. Данный факт объясняется разным временем релаксации макромолекул полимеров, входящих в состав материала. Это приводит к образованию отдельных максимумов дипольно-групповых потерь, которые способны проявляться в стеклообразном состоянии; различен также и характер связи влаги с волокнообразующими полимерами. Однако в большинстве своем процессы отделочного производства предусматривают обработку текстильных полотен с влажностью 80...100%, поэтому систему ткань – вода можно рассматривать как полярный диэлектрик, у которого теплофизические свойства близки к волокнообразующему полимеру, а электрофизические – к воде.

Помимо наличия в текстильном материале достаточного для его разогрева в ВЧ-

поле количества влаги одним из возможных вариантов эффективного нагрева является также присутствие в составе технологического раствора полярного вещества, что обеспечит дополнительный разогрев полотна при его дальнейшей обработке в поле ТВЧ [5]. Широкое применение в отделочном производстве нашел карбамид, молекулы которого имеют полярное строение. Карбамид также является гидротропным веществом, которое обеспечивает эффективное протекание процесса внутренней диффузии низкомолекулярных веществ в волокне при термической обработке текстильных полотен. Исследования диэлектрических свойств карбамида показали, что указанное вещество имеет высокие значения tgδ, и с ростом температуры данный показатель увеличивается. При температурах 130...150 °C это изменение носит скачкообразный характер, что объясняется резким увеличением подвижности полярных групп при плавлении карбамида (T_{пл.} ~ 134 °C) [4]. Таким образом, введение карбамида в состав технологических растворов может значительно интенсифицировать ВЧ-нагрев текстильного материала.

Исследованы и проанализированы диэлектрические свойства материалов на разрешенных к промышленному использованию частотах – 5 МГц, 13 МГц, 27,12 и 40,68 МГц. Полученные величины фактора диэлектрических потерь $k = \text{tg}\delta \cdot \epsilon$ свидетельствуют о том, что наиболее интенсивно в ВЧ-поле нагреваются мокроотжатые (влажность 80...100%) и напечатанные (влажность 30...35%) ткани на частоте 40,68 МГц.

Величина k в данном случае имеет значения от 2 до 24 и зависит от геометрических характеристик полотна и наличия в составе технологического раствора полярных веществ, в том числе нейтральных электролитов. На частоте 27,12 МГц k при прочих равных условиях имеет более низкое значение и не превышает 18.

Для тканей, пропитанных красильными и аппретирующими составами, а также для полотен с нанесенным печатным рисунком частотные зависимости $\text{tg}\delta$ имеют более сложный вид, по сравнению с сухими и мокроотжатыми материалами. В данном случае растворы и печатные композиции содержат в составе вещества с большим количеством полярных групп, каждая из которых имеет свою резонансную частоту и соответствующий ей максимум $\text{tg}\delta$ и k .

Также выявлено, что с ростом влагосодержания в диапазоне от 40 до 100% диэлектрическая проницаемость ϵ влажных материалов изменяется от 30 до 80 единиц, в зависимости от геометрических характеристик тканей, соответственно увеличивается значение фактора диэлектрических потерь. У сухих материалов, в зависимости от их химической природы и кондиционной влажности, $\epsilon = 5...20$. Тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ для сухих хлопчатобумажных тканей составляет в среднем 0,03, а для полиэфирных – 0,013. Тогда как для влажных материалов этот показатель значительно выше и равен соответственно – 0,097 и 0,077. Таким образом, значения k всегда возрастают с увеличением влажности волокнистого материала, его температуры и частоты электромагнитного поля. Анализируя значения полученных величин фактора диэлектрических потерь для тканей с различным влагосодержанием, можно аналитически проследить динамику процесса сушки влажного материала при его высокочастотном нагреве.

Полученные данные по зависимости фактора диэлектрических потерь от частоты внешнего электромагнитного поля, температуры и влажности текстильных полотен, в том числе пропитанных технологическими растворами, позволяет сделать

обоснованный выбор технических параметров обработки тканей в поле ТВЧ для различных технологических процессов отделочного производства – мощности ВЧ-генератора; конструкций и площади электродов ВЧ-аппликатора; скорости движения полотна при реализации непрерывных способов обработки.

ВЫВОДЫ

1. Выявлены зависимости величины фактора диэлектрических потерь для материалов различной химической природы от частоты поля, температуры, качественного и количественного состава технологических растворов.

2. Показано, что при ВЧ-обработке ткани с влажностью 80...100% повышение температуры материала приводит к значительному росту значений фактора диэлектрических потерь тканей, что является следствием увеличения сегментальной подвижности макромолекул волокнообразующих полимеров.

3. Полученные данные позволяют выбрать оптимальные параметры высокочастотной обработки текстильных полотен на различных этапах отделочного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Циркина О.Г., Одинцова О.И., Румянцева В.Е. Влияние условий тепловой обработки на величину коэффициентов диффузии активных красителей при реализации процесса крашения // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 1. С.134...139.
2. Никифоров А.Л., Мельников Б.Н., Циркина О.Г. Механизм активирующего воздействия электромагнитных колебаний на систему волокнообразующий полимер – технологическая композиция // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2005, № 6. С.47...51.
3. Побединский В.С. Активирование процессов отделки текстильных материалов энергией электромагнитных волн ВЧ, СВЧ и УФ-диапазонов. – Иваново, 2000.
4. Побединский В.С., Никифоров А.Л. Диэлектрические свойства текстильных материалов // Деп.в ЦНИИТЭЛегпром 25.04.88. №2416-ЛП88. – Иваново, 1988. С.25.

5. Сажин Б.И. Электрические свойства полимеров. – Л.: Химия, 1986.

REFERENCES

1. Cirkina O.G., Odincova O.I., Romyanceva V.E. Vliyaniye usloviy teplovoj obrabotki na velichinu koeffitsientov diffuzii aktivnykh krasitelej pri realizatsii processa krasheniya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, № 1. S.134...139.

2. Nikiforov A.L., Melnikov B.N., Cirkina O.G. Mehanizm aktiviruyushhego vozdejstviya elektromagnitnykh kolebanij na sistemu voloknoobrazuyushij polimer – tehnologicheskaya kompozitsiya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2005, № 6. S.47...51.

3. Pobedinskij V.S. Aktivirovaniye processov otdelki tekstilnykh materialov energiej elektromagnitnykh voln VCh, SVCh i UF-diapazonov. – Ivanovo, 2000.

4. Pobedinskij V.S., Nikiforov A.L. Dielektriicheskie svoystva tekstilnykh materialov // Dep.v CNIITE-Legprom 25.04.88. №2416-LP88. – Ivanovo, 1988. S.25.

5. Sazhin B.I. Elektricheskie svoystva polimerov. – L.: Himiya, 1986.

Рекомендована кафедрой химии, экологии и микробиологии ИВГПУ. Поступила 03.11.17.

УДК 614.894.25

**РАЗРАБОТКА ФИЛЬТРУЮЩЕГО НЕТКАНОГО МАТЕРИАЛА
ДЛЯ РЕСПИРАТОРОВ,
ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЕГО СВОЙСТВ**

**DEVELOPMENT OF FILTERING NON-WOVEN MATERIAL
FOR RESPIRATORS,
RESEARCH AND OPTIMIZATION OF ITS PROPERTIES**

*Н.В. МЕНЗЕЛИНЦЕВА, Н.Ю. КАРАПУЗОВА, О.Н. МАРИНИНА, И.В. СТЕФАНЕНКО
N.V. MENZELINTSEVA, N.YU. KARAPUZOVA, O.N. MARININA, I.V. STEPHANENKO*

(Волгоградский государственный технический университет)
(Volgograd State Technical University)
E-mail: karapuzova_ny @ mail.ru

Авторами разработан нетканый материал, который может быть использован в качестве пористого слоя респираторов. Структура материала позволяет повысить плотность прилегания к лицу работающего с учетом физиологических особенностей его строения, тем самым снижается вероятность подсоса по линии obtюрации, а также вероятность возникновения наминов на коже. Материал обладает высокой эффективностью при улавливании пыли и кислых газов, а также улучшенными гигиеническими свойствами.

A nonwoven material has been developed that can be used as a porous layer of respirators. The structure of the material makes it possible to increase the tightness of the fit to the face of the patient, taking into account the physiological characteristics of its structure, thereby reducing the likelihood of sucking through the obturation line, as well as the likelihood of nimes on the skin. The material is highly effective in capturing dust and acid gases, as well as improved hygienic properties.

Ключевые слова: фильтрующий нетканый материал, респиратор, подсос по линии obtюрации.

Keywords: filtering non-woven fabric, respirator, sucking on the obturation line.

Анализ условий труда на рабочих местах и в рабочих зонах предприятий строительной индустрии показал, что даже при

действующей местной вентиляции во многих случаях концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны значительно

превышают предельно допустимые, что ведет к риску возникновения профессиональных заболеваний [1].

В связи с высоким содержанием вредных веществ в рабочих зонах для защиты органов дыхания необходимо применять респираторы. Практически все фильтрующие респираторы воспринимаются рабочими как дополнительная нагрузка, так как они громоздки, ограничивают зрение и слух, создают ощущение дискомфорта. Наиболее хорошо зарекомендовали себя в классе облегченных респираторов универсальные газопылезащитные респираторы Снежок ГП-В [2].

Для оценки удобства применения этих респираторов рабочими строительной индустрии проведена комплексная оценка по нормативной методике [3] на основе анкетирования работников, выполняющих заливку полов производственного помещения с использованием сухих смесей для наливных полов на основе цемента, которая показала, что 20% опрошенных дали оценку "очень удобно", 75% – "удобно", 5% – "удовлетворительно".

Для определения основных направлений совершенствования фильтрующего респиратора типа Снежок ГП-В была проведена экспертная ранговая оценка, в которой принимали участие работники, разработчики СИЗОД и работодатели. Результаты оценки показали, что основными направлениями совершенствования респираторов являются повышение надежности прилегания к лицу респиратора и улучшение гигиенических свойств фильтрующего материала респиратора [4].

С целью улучшения этих показателей нами разработан фильтрующий материал, состоящий из скрепленных иглопрокалыванием слоев [5]. Один слой сформирован из анионообменных волокон, в частности,

можно использовать анионообменное модифицированное полиамидное волокно [6]. Второй слой выполнен из смеси гидрофильного модифицированного полиамидного волокна мегалон [6] и вязкого волокна. Содержание вязкого волокна в смеси составляет 30%. Соотношение слоев по массе составляет 1:0,4. Слои скреплены иглопрокалыванием по технологии Di loft с образованием на поверхности материала ворсовых петель, при этом величина остова каждой петли изменяется от 2 мм по внутренней поверхности петли до 10 мм по внешней поверхности петли. Поверхностная плотность материала составляет 400 г/м².

Скрепление слоев материала иглопрокалыванием с образованием на поверхности ворсовых петель с меняющейся величиной остова петли позволило получить равномерную ворсовую поверхность, устойчивую к деформации под действием механических или аэродинамических нагрузок на протяжении всего времени эксплуатации, и повысить комфортность при соприкосновении с лицом работающего. Разработанная структура материала позволила увеличить плотность прилегания к лицу работающего с учетом физиологических особенностей его строения, тем самым понизить вероятность подсоса по линии обтюрации, а также вероятность возникновения наминов на коже.

По стандартным методикам [7...9] исследованы свойства разработанного материала. Установлено [5], что он обладает высокой эффективностью улавливания мелкодисперсных частиц η , низкой пылепроницаемостью P_n , высокой пылеемкостью P_e , хорошей пылеотдачей $K_{пот}$, значительными защитными свойствами по кислотным газам, высокой прочностью, невысокой жесткостью при изгибе и достаточной гигроскопичностью (табл. 1, 2).

Т а б л и ц а 1

Показатель	Размер улавливаемых частиц			
	2,5 мкм и менее	2,5...7 мкм	7...10 мкм	10 мкм и более
$\eta, \%$	95,3	96,9	99,5	99,7
P_n	0,047	0,038	0,002	0,002
P_e	27,3	27,5	29,1	35,4
$K_{пот}$	0,73	0,74	0,75	0,75

№	Показатель	Значение
1	Время, ч:	
	до проскока HCL	31,8
	до насыщения HCL	32,2
	до проскока HF	33,8
	до насыщения HF	34,1
	до проскока SO ₂	4,2
	до насыщения SO ₂	4,4
3	Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с (перепад давлений 20 Па)	220
6	Нормальная влажность, %	11,0
7	Разрывная нагрузка, Н:	
	по длине по ширине	303 305
8	Относительное удлинение при разрыве, %:	
	по длине по ширине	62 65
9	Жесткость при изгибе, сН:	
	по длине по ширине	10,2 10

Задача оптимизации показателей свойств фильтрующих элементов из разработанного материала решалась путем установления зависимостей между ними и факторами, существенно влияющими на эти свойства, с помощью математических методов планирования и анализа эксперимента. Критериями при оптимизации являлись: $\eta_{\text{п}}$ – эффективность улавливания пыли цемента, $\eta_{\text{г}}$ – эффективность улавливания по HF, y_2 , %; B – воздухопроницаемость, y_3 , дм³/м²·с (влажность ГВС 65%). В качестве варьируемых факторов принимали: $C_{\text{п}}$ – концентрация пыли в ГВС, (X_1), мг/м³; $C_{\text{г}}$ – концентрация HF в ГВС (X_2),

мг/м³; n – число смен работы фильтрующего элемента до замены (X_3).

При проведении эксперимента использовали симметричный план В_i для трех факторов (B_3). Оценка воспроизводимости экспериментальных исследований выполнена по критерию Кохрена.

В результате реализации эксперимента и его обработки получены адекватные уравнения регрессии. Проверка на адекватность осуществлялась по критерию Фишера. Значимость коэффициентов проверяли по критерию Стьюдента. Уравнения регрессии с учетом только значимых коэффициентов в именованных величинах имеют следующий вид:

$$\eta_{\text{п}} = 95,364 - 0,671 \left(\frac{C_{\text{п}} - 5,5}{4,5} \right) - 0,620 \left(\frac{n-14}{4} \right) - 0,238 \left(\frac{C_{\text{п}} - 5,5}{4,5} \right) \left(\frac{n-14}{4} \right) - 0,136 \left(\frac{C_{\text{п}} - 5,5}{4,5} \right)^2 - 0,452 \left(\frac{n-14}{4} \right)^2, \quad (1)$$

$$\eta_{\text{г}} = 94,124 - 0,730 \left(\frac{C_{\text{г}} - 5,5}{4,5} \right) - 0,797 \left(\frac{n-14}{4} \right) - 0,912 \left(\frac{C_{\text{г}} - 5,5}{4,5} \right) \left(\frac{n-14}{4} \right) - 0,135 \left(\frac{C_{\text{г}} - 5,5}{4,5} \right)^2 - 0,537 \left(\frac{n-14}{4} \right)^2, \quad (2)$$

$$B = 256,56 - 8,74 \left(\frac{C_{\text{п}} - 5,5}{4,5} \right) - 4,31 \left(\frac{C_{\text{г}} - 5,5}{4,5} \right) - 10,38 \left(\frac{n-14}{4} \right) - 19,43 \left(\frac{C_{\text{п}} - 5,5}{4,5} \right) \left(\frac{C_{\text{г}} - 5,5}{4,5} \right) - 1,77 \left(\frac{C_{\text{п}} - 5,5}{4,5} \right) \left(\frac{n-14}{4} \right) - 18,99 \left(\frac{C_{\text{г}} - 5,5}{4,5} \right) \left(\frac{n-14}{4} \right) - 4,42 \left(\frac{n-14}{4} \right)^2. \quad (3)$$

Анализ полученных зависимостей позволил сделать вывод о значимом влиянии всех факторов.

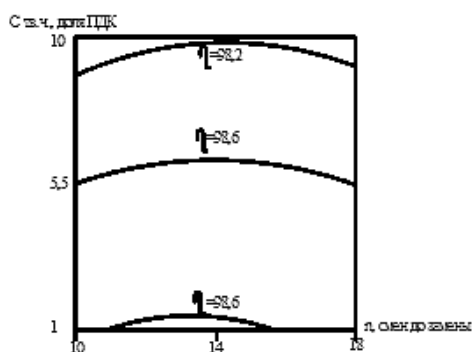


Рис. 1

Построены двумерные сечения поверхностей отклика. На рис. 1 приведена зависимость эффективности улавливания твердых частиц η_p от их концентрации в рабочей зоне C_p и числа смен работы фильтрующего элемента до замены n при концентрации фтористого водорода в смеси $C_r = 5,5$ ПДК. Оптимизация методом наложения сечений поверхностей отклика показала, что применение респираторов наиболее эффективно при улавливании ГВС, содержащих твердые частицы с концентрацией 6...10 ПДК, фтористого водорода с концентрацией 8...10 ПДК, числе смен работы до замены элемента — 17.

Для оценки эффективности предложенных мероприятий по совершенствованию конструкции респиратора Снежок ГП-В была проведена балловая комплексная оценка по нормативной методике [3] на основе анкетирования работников, выполняющих заливку полов производственного помещения с использованием сухих смесей для наливных полов на основе цемента. Обработка анкет дала следующие результаты: 60% опрошенных дали оценку "очень удобно", 30% — "удобно", 10% — "удовлетворительно", что значительно лучше результатов предыдущего опроса.

ВЫВОДЫ

1. Разработан фильтрующий материал для пористого слоя респираторов, струк-

тура которого позволяет повысить плотность прилегания к лицу работающего с учетом физиологических особенностей его строения, тем самым понижается вероятность подсоса по линии обтюрации, а также вероятность возникновения наминов на коже.

2. Исследованы свойства разработанного материала, установлено, что он обладает высокой эффективностью улавливания мелкодисперсных частиц, низкой пылепроницаемостью, высокой пылеемкостью, хорошей пылеотдачей, значительными защитными свойствами по кислотным газам, высокой прочностью, невысокой жесткостью при изгибе и достаточной гигроскопичностью.

3. Получены адекватные уравнения регрессии, устанавливающие связь между показателями основных свойств материала и условиями эксплуатации. На основании оптимизации результатов, осуществленной методом наложения сечений поверхностей отклика, установлены наиболее оптимальные условия применения. Материал можно рекомендовать для использования в качестве фильтрующего элемента респиратора при улавливании ГВС, содержащих твердые частицы с концентрацией 6...10 ПДК, фтористого водорода с концентрацией 8...10 ПДК при числе смен до замены элемента, равном 17.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азаров В.Н. О концентрации и дисперсном составе пыли в воздухе рабочих и обслуживаемых зон предприятий стройиндустрии // Сб. мат. II Междунар. науч. конф.: Качество внутреннего воздуха и окружающей среды. — Волгоград: ВолгГАСУ, 2003. С. 27...31.

2. Эннан А.А., Белинский Е.Е., Климов Л.В., Байденко В.И. Математическое моделирование конструкции облегченного респиратора типа "Снежок" // Сб. тр. I Междунар. науч.-практ. конф.: Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве. — Одесса: Астропринт, 2002. С.432...439.

3. Методика снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом [Электронный ресурс] Режим доступа:

base.garant.ru (доступ свободный). - Загл. с экрана.- Яз.рус.

4. Стефаненко И.В., Мензелинцева Н.В., Марышев К.Г., Фомина Е.О. Определение весомости показателей качества средств индивидуальной защиты органов дыхания // Сб. тр. XI Междунар. науч. конф.: Качество внутреннего воздуха и окружающей среды. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2013. С.111...113.

5. Патент №2596455 С1 Российская Федерация, МПК D04N 1/46 Нетканый материал / Мензелинцева Н.В., Стефаненко И.В., Карапузова Н.Ю., Фомина Е.О.; заявитель и патентообладатель Волгоградский гос. техн. ун-т.- №2015114039/12; заявл.15.04.2015, опубл.26.05.2016.

6. Желтобрюхов В.Ф., Мензелинцева Н.В. Ионообменные волокнистые сорбенты для очистки ГВС // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. –1997, №3. С. 63...65.

7. Лабораторный практикум по текстильному материаловедению // Под ред. А.И. Коблякова. – М.: Легпромбытиздат, 1986.

8. Лабораторный практикум по технологии нетканых материалов // Под ред. Г.Л.Барабанова. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

9. ГОСТ Р 517721–2001. Оборудование газоочистное и пылеулавливающее. Определение запыленности газовых потоков. – М., 1996.

REFERENCES

1. Azarov V.N. O koncentracii i dispersnom sostave pyli v vozduhe rabochih i obsluzhivaemyh zon predpriyatij strojindustrii // Sb.mat. II Mezhdunar. nauch. konf.: Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhayushej sredy. – Volgograd: VolgGASU, 2003. S. 27...31.

2. Ennan A.A., Belinskij E.E., Klimov L.V., Bajdenko V.I. Matematicheskoe modelirovanie konstrukcii oblegchennogo respiratora tipa " Snezhok" // Sb. tr. I Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Zashita okruzhayushej

sredy, zdorove, bezopasnost v svarochnom proizvodstve. – Odessa: Astroprint, 2002. S.432...439.

3. Metodika snizheniya klassa (podklassa) uslovij truda pri primenenii rabotnikami, zanyatymi na rabochih mestah s vrednymi usloviyami truda, effektivnyh sredstv individualnoj zashity, proshedshih obyazatelnuyu sertifikaciyu v poryadke, ustanovlennom sootvetstvuyushim tehničeskim reglamentom [Elektronnyj resurs] Rezhim dostupa: base.garant.ru (dostup svobodnyj). - Zagl. s ehkrana.- Yaz.rus.

4. Stefanenko I.V., Menzelineceva N.V., Maryshev K.G., Fomina E.O. Opredelenie vesomosti pokazatelej kachestva sredstv individualnoj zashity organov dyhaniya // Sb. tr. XI Mezhdunar. nauch. konf.: Kachestvo vnutrennego vozduha i okruzhayushej sredy. – Volgograd: VolgGASU, 2013. S.111...113.

5. Patent №2596455 S1 Rossijskaya Federaciya, MPK D04N 1/46 Netkanyj material / Menzelineceva N.V., Stefanenko I.V., Karapuzova N.Yu., Fomina E.O.; zayavitel i patentoobladatel Volgogradskij gos. tehn. un-t.- №2015114039/12; zayavl.15.04.2015, opubl.26.05.2016.

6. Zheltobryuhov V.F., Menzelineceva N.V. Ionoobmennye voloknistye sorbenty dlya ochistki GVS // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 1997, №3. S. 63...65.

7. Laboratornyj praktikum po tekstilnomu materialovedeniyu // Pod red. A.I. Koblyakova. – М.: Legprombytizdat, 1986.

8. Laboratornyj praktikum po tehnologii netkanyh materialov // Pod red. G.L.Barabanova . – М.: Legprombytizdat, 1988.

9. GOST R 517721–2001. Oborudovanie gazo-ochistnoe i pylleulavlivayushee. Opredelenie zapylenosti gazovyh potokov. – М., 1996.

Рекомендована кафедрой инженерной графики, стандартизации и метрологии. Поступила 06.12.17.

УДК 677.027:625.15:621.763

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВИБРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН**

**PREDICTION OF KNITTED SPACER FABRICS
ANTI-VIBRATION PROPERTIES**

А.П. БАШКОВ, Г.В. БАШКОВА, Д.А. АЛЕШИНА, Е.А. ШАЙХУТДИНОВА
A.P. BASHKOV, G.V. BASHKOVA, D.A. ALYESHINA, E.A. SHAYKHUTDINOVA

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: apb303@yandex.ru, milena55@yandex.ru

В статье анализируется способность двухслойных трикотажных полотен с соединительными элементами из индивидуальных нитей гасить механические вибрации. Соединительные элементы, скрепляющие два слоя полотна, образуют упругую пространственную систему, сопротивляющуюся механическим нагрузкам и вибрации. Предложена расчетная методика определения показателя вибропроводимости полотна в зависимости от упругих свойств соединяющей нити. Это дает возможность прогнозировать виброизоляционные свойства при проектировании подобных структур.

The article analyzes the ability of two-layer knitted spacer fabrics with connecting elements from individual yarns to damp mechanical vibrations. The connecting elements securing the two layers of the fabric are becoming a spatial elastic system for resisting mechanical loads and vibration. The authors proposed a method of determining the vibroconductivity index of fabric as a function of the elastic properties of connecting yarns. It becomes possible to predict the mechanical and vibroisolation properties of such a kind structures.

Ключевые слова: двухслойные трикотажные полотна, соединительные элементы из индивидуальных нитей, "распорки", виброизоляционные свойства, показатель вибропроводимости.

Keywords: two-layer knitted spacer fabrics, connecting elements of the individual yarns, spacer structures, anti-vibration, vibration transmissibility.

Двухслойные трикотажные полотна с соединительными элементами из индивидуальных нитей, известные в мире как

"knitted spacer fabrics" (дословно "распорчатый трикотаж"), появились совсем недавно. Они предназначены для использова-

ния в автомобильной, аэрокосмической, строительной и других отраслях промышленности, а также в бытовых, ортопедических и медицинских изделиях. Эти полотна обладают рядом особых эксплуатационных свойств: повышенной упругостью при сжатии по нормали к плоскости полотна и при изгибе, высокой виброакустической изоляцией, воздухопроницаемостью, пониженной теплопередачей. Виброизоляционные свойства таких структур обуславливаются способностью соединительных нитей – "распорок" сопротивляться продольному сжатию и изгибу, аналогично гибким стержням, что обеспечивает гашение механических колебаний, передаваемых полотну. Кроме того, расположение нитей в структуре трикотажа напоминает сложные пространственные кривые, которые подобно пружинам гасят виброколебания (рис. 1 – структура двухслойного ("распорчатого") трикотажа: 1 – соединительная нить).

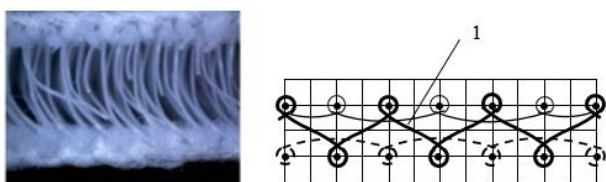


Рис. 1

Применение в качестве соединительных нитей синтетических монопилей или льно-содержащей пряжи достаточной жесткости и упругости усилят виброгасящий эффект. Эти полотна можно использовать в качестве виброгасящих прокладок в ладонной части перчаток для защиты от локальной вибрации и виброгасящих стелек в обуви, ковриков или опорного слоя в обивке сидений для защиты от общей вибрации.

Для прогнозирования виброгасящих свойств "распорчатых" полотен можно представить их структуру в виде пружинно-демпфирующей системы, упругим элементом которой будут сами распорки, пластическим элементом – внешние слои трикотажа. Очевидно, что у разных видов полотен будут некоторые собственные частоты, при совпадении которых с частотой вибрации возникнут резонансные явления.

Резонансная частота нелинейно зависит от жесткости нитей k , их упругие свойства выражены характером кривой удлинения при полуволновой нагрузке. Угловая частота резонансных колебаний может быть выражена следующим образом:

$$\omega_n = 2\pi f_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{dF/d\delta}{m}}, \quad (1)$$

где m – масса элемента (ячейки) образца; f_n – внутренняя резонансная частота; $dF/d\delta$ – кривизна кривой удлинения образца нити в упругой части, то есть градиент напряжения F относительно деформации δ .

При упругих деформациях, а при воздействии вибрации именно они имеют место, значение жесткости соединительных нитей k можно определить по следующим зависимостям. Согласно уравнению Эйлера сила сжатия стержня, при которой начинается его изгиб, будет определяться как [1]:

$$P_y = \frac{\pi^2 EI}{\ell_y^2}, \quad (2)$$

где E – продольный модуль упругости стержня (для льняного волокна $E=0,5...0,7$ ГПа, для полиэфирной нити $0,5...1,5$ ГПа); I – минимальный момент инерции сечения распорчатой нити (стержня), для круглого сечения с радиусом R_0 он будет $I = \pi R_0^4/4$; ℓ_y – длина проекции стержня на ось y (определяется визуально).

В этом выражении произведение EI представляет собой изгибную жесткость нити k . Она будет функцией угла изгиба γ [2], то есть:

$$EI = ER_0^4 \frac{\pi \cos \gamma (1 - 3 \cos^2 \gamma + 2 \cos^3 \gamma)}{3 \sin^4 \gamma}. \quad (3)$$

Граничные условия для угла γ в пространстве между слоями полотна находятся в пределах от 0 до 90° . При углах изгиба, близких к 90° , изгибная жесткость максимальна. Ввиду сложной кривой, по которой располагается нить, у нее можно наблюдать

одновременно несколько углов изгиба в рабочей области, что усложняет расчеты.

Коэффициент виброгашения (демпфирования) можно записать как:

$$\zeta = \frac{c}{2m\omega_n}, \quad (4)$$

где c – виброскорость в источнике вибрации.

Показатель вибропроводимости T_r тогда определяется выражением:

$$T_r = \sqrt{\frac{1 + (2\zeta\omega / \omega_n)^2}{\left[1 - (2\omega / \omega_n)^2\right]^2 + (2\zeta\omega / \omega_n)^2}}. \quad (5)$$

Расчетные показатели вибропроводимости для полотен с различными распорчатыми нитями, которые определяли при трех значениях γ (15, 45 и 90°), показаны на рис. 2 (расчетные значения показателя вибропроводимости для образцов с различными "распорчатыми нитями": 1 – полиэфирная монопить 110 текс, 2 – льняная пряжа 85 текс, 3 – хлопчатобумажная пряжа 85 текс).

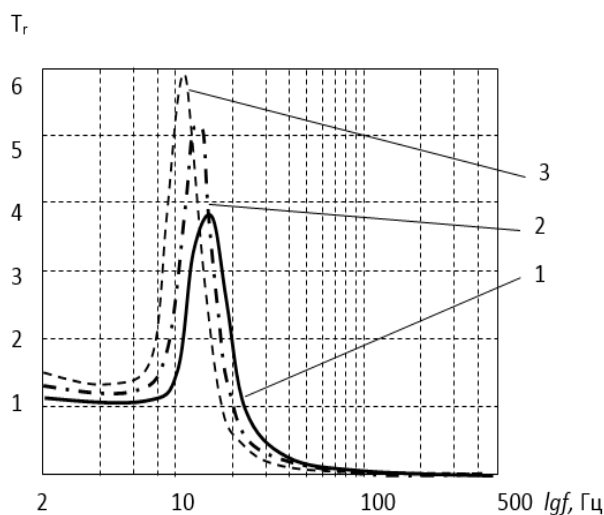


Рис. 2

Лабораторные исследования подтверждают, что показатель вибропроводимости в первую очередь зависит от их толщины, а также от сырьевого состава и плотности структуры. Более устойчивы к вибрации плотные, толстые полотна из упругих нитей, например, из полиэфира. Резонансные колебания возникают при частотах от 11 до 16 Гц, в зависимости от структуры и жесткости нитей. Вибропроводимость полотен снижается по мере роста частоты колебаний.

ВЫВОДЫ

Выявлена зависимость виброгасящих свойств "распорчатого" трикотажа от жесткости соединительных нитей, позволяющая на стадии проектирования трикотажа оптимально подбирать исходные материалы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Светлицкий В.А. Механика гибких стержней и нитей. – М.: Машиностроение, 1978.
2. Черноус Д.А., Шилько С.В., Чарковский А.В. Прогнозирование эффективных механических характеристик трикотажа // Физическая мезомеханика, – 2008. Т. 11, №4. С. 107...114.
3. Овсянников С.Н., Скрипченко Д.С. Исследование звукоизоляционных свойств материалов при различных статических нагрузках // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 4. С. 40...44.

REFERENCES

1. Svetlickij V.A. Mehanika gibkikh sterzhnej i nitej. – M.: Mashinostroenie, 1978.
2. Chernous D.A., Shilko S.V., Charkovskij A.V. Prognozirovaniye effektivnykh mekhanicheskikh harakteristik trikotazha // Fizicheskaya mezomehanika, – 2008. T. 11, №4. S. 107...114.
3. Ovsyannikov S.N., Ckripchenko D.S. Issledovanie zvukoizolyacionnykh svojstv materialov pri razlichnykh staticheskikh nagruzkah // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2016, № 4. S. 40...44.

Рекомендована кафедрой технологии и проектирования текстильных изделий. Поступила 04.12.17.

УДК 687.13

**КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ШКОЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ,
КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ОСАНКУ**

**DESIGN AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF SCHOOL CLOTHES,
CORRECTS POSTURE**

Т.М. НОЗДРАЧЕВА, Н.Н. ТРАВКИНА
T.M. NOZDRACHEVA, N.N. TRAVKINA

(Юго-Западный государственный университет)
(Southwest State University)
E-mail: noztat@yandex.ru , kd-39@yandex.ru

Представлены результаты анализа состояния опорно-двигательного аппарата детей, подчеркивается значимость профилактических мероприятий по поддержанию правильной осанки и оздоровлению позвоночника школьников, предложено конструкторско-технологическое решение универсальной модели верхней одежды, выполненной в виде жилета, формирующего осанку.

The results of the analysis of the musculoskeletal system of children, emphasizes the importance of preventive measures to maintain the correct posture of the spine and improve the school, proposed design and technological solution of universal model outerwear, made in the form of a vest, forming posture.

Ключевые слова: малоподвижный образ жизни, профилактика заболеваний опорно-двигательной системы, конструкторско-технологическое решение школьной одежды, формирование правильной осанки.

Keywords: a sedentary lifestyle, the prevention of diseases of the musculoskeletal system, design and technological solution of school clothes, the formation of correct posture.

Здоровье человека закладывается с детства, и государство берет на себя ответственность за охрану здоровья детей, что является одним из важнейших и необходимых условий физического и психического развития детей. Дети, независимо от их семейного и социального благополучия, подлежат особой охране, включая заботу об их

здоровье и надлежащую правовую защиту в сфере охраны здоровья [1].

Последние десятилетия отмечаются значительным ростом заболеваний опорно-двигательной системы как взрослых, так и детей. Изучение влияния различных факторов на состояние опорно-двигательного аппарата, в частности, ребенка, разработка ре-

комендаций, методов профилактики и лечения, способов и средств, направленных на решение этой проблемы, является актуальной задачей не только медицины, но и социологов, педагогов, инженеров и других специалистов. Это определяется не только масштабами ортопедической заболеваемости, но и социально-экономическими потерями общества – снижением мобилизационного и трудового потенциала страны. По данным призывных кампаний каждый третий призывник негоден к воинской службе по состоянию здоровья, более 50% призванных имеют ограничения по здоровью. При этом одна из основных причин – патология позвоночника.

Катастрофические темпы и масштаб распространения ортопедических заболеваний (нарушение осанки, сколиоз, остеохондроз, патология диска) актуальны не только в нашей стране, но и во всем мире. Так, Исполнительный комитет Всемирной организации здравоохранения объявлял первое десятилетие XXI века "Декадой костей и суставов". В нашей стране по итогам Всероссийской диспансеризации детей 2002 г., выявившей значительное количество заболеваний, в том числе опорно-двигательной системы, была принята программа "О мерах по улучшению состояния здоровья детей Российской Федерации на 2004-2010 годы". Этой же проблеме большое место отведено и в Стратегии развития медицинской науки в РФ на период до 2025 г.

Причины возникновения ортопедических заболеваний у ребенка могут быть различными – в виде врожденных или приобретенных патологий. Достаточно часто они обусловлены неправильным образом жизни современных детей.

21 век, как и 20 век, не без оснований называют веком сидячего человека. Дети предпочитают ездить в школу на транспорте, а не ходить пешком. Они по несколько часов проводят сидя на уроках, затем на внеклассных занятиях. Далее – домашнее сидение за выполнением домашних заданий, у компьютера, телевизора, посещение музыкальных школ. При этом урокам физкультуры отводится 2 часа в неделю. Сидячий образ жизни влечет за собой

гипоксию и ослабление иммунитета, сознательно "выключая" одну из важнейших систем нашего организма – опорно-двигательный аппарат.

Последствия малоподвижного образа жизни усугубляет неправильная осанка при ходьбе и за столом, вызывающая искривления позвоночника. При сгорбленной осанке у ребенка расслабляются спинные мышцы, которые перестают поддерживать позвоночник в ровном положении, что в дальнейшем вызывает деформацию позвонков.

По итогам диспансеризации детского населения РФ (2002 г.) у детей и подростков патология костно-мышечной системы является одной из ведущих. Нарушение функции позвоночника выявляется: среди дошкольников у 30%; среди старшеклассников у 95% [2].

Это еще раз подтвердили исследования, проведенные Курским управлением Роспотребнадзора. По данным медицинских осмотров за 2007-2011 гг. по Курской области показатели нарушений осанки у детей и подростков в возрасте до 17 лет включительно выросли на 79% [3]. Основной рост нарушений осанки и заболевания сколиозом отмечается в годы школьного обучения. По данным медиков к концу периода обучения в школе зафиксировано ухудшение целого ряда показателей здоровья. Так, у 100 осмотренных детей нарушение осанки возрастает с 8,8 до 22,5. Особенно критическими периодами являются 1-й класс и старшие классы – с 9-го по 11-й.

Таким образом, профилактика, диагностика и лечение ортопедических заболеваний у детей приобретают все большую значимость. Причем особую важность представляет проведение профилактических, оздоровительных мероприятий в различных средах пребывания детей. Это использование детских автомобильных кресел, школьных ранцев, и, конечно же, повседневной одежды, корректирующих осанку.

Применение корректоров, поддерживающих правильную осанку, – это наиболее эффективный, безлекарственный способ оздоровления позвоночника. Взрослому в этом убеждать не нужно, но ребенок нередко ориентируется на мнение сверстни-

ков и стесняется надевать ортопедический корсет, который не носят его друзья. Кроме того, как отмечают практикующие врачи, дети отказываются носить корректоры осанки и в связи с тем, что бретели оказывают чрезмерное давление, вызывая неприятные ощущения.

Цель данного исследования – разработка конструкторско-технологического решения повседневной одежды школьника, корректирующей осанку, обеспечивающей психологический комфорт школьника.

Для выполнения поставленной цели были намечены следующие задачи:

- изучение способов создания компрессионных воздействий на опорно-двигательный аппарат;
- патентные исследования в области конструкторско-технологических решений одежды, корректирующей осанку;
- изучение ассортимента современных материалов для одежды, корректирующей осанку.

Изучение информации об исследованиях и достижениях в области разработки одежды, формирующей правильную осанку,

показало, что современные корректоры осанки в основном относятся к активно-корректирующим устройствам [3]. Для таких изделий профилактического назначения рекомендуется нулевой и первый классы компрессии. Они различаются как конструкцией, так и применяемыми материалами. Наиболее распространены эластичные трикотажные полотна, хлопчатобумажные ткани, искусственная кожа. По конструкции изделия могут быть как достаточно простыми, состоящими из эластичных бретелей, соединенных между собой, так и сложными – многослойными с ребрами жесткости. Для реализации поставленной цели оптимальными могут быть такие виды одежды, которые по внешнему виду практически не отличаются от общепринятой школьной формы. Это могут быть сарафаны, полукombineзоны, жилеты.

Результатом исследовательской работы явилась разработка универсальной модели верхней одежды для школьников, выполненной в виде жилета, формирующего осанку [4].

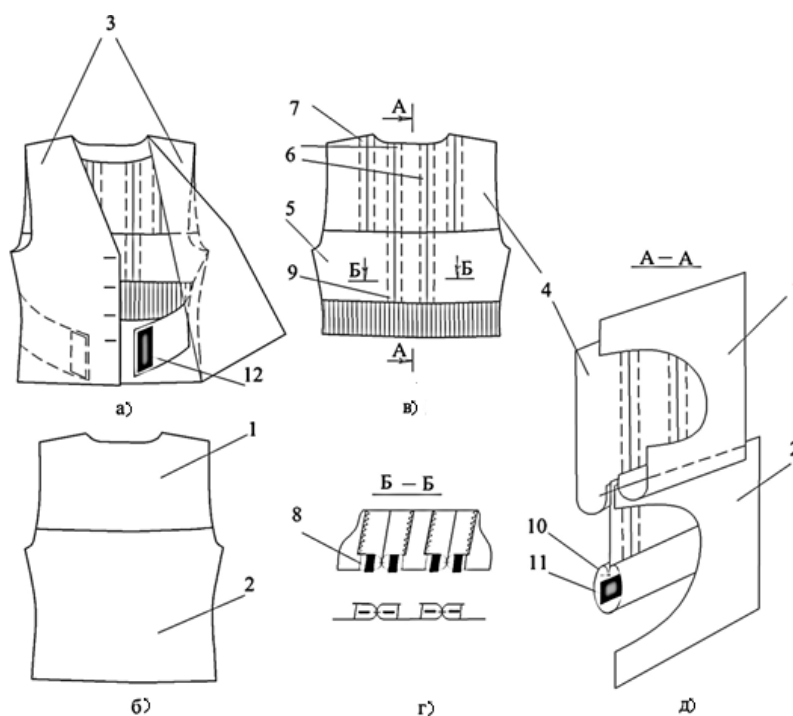


Рис. 1

Жилет (рис. 1 – конструкторско-технологическое решение жилета, формирующего осанку: а – вид спереди; б – вид сзади; в –

общий вид отлетной подкладки спинки с поясом; г – ребра жесткости в рельефных швах спинки; д – обработка подкладки спинки)

длиной чуть ниже линии талии состоит из двух полочек 3 (рис. 1-а), имеющих центральную застежку, кокетки 1, нижней части спинки 2 (рис. 1-б). На кокетке 4 отлетной подкладки спинки (рис. 1-в) расположены 2 пары симметричных рельефных швов 6,7. Первая пара 6 отстоит от середины спинки на расстоянии 20...25 мм, вторая пара 7 отстоит от первой на расстоянии 20...25 мм. Нижняя часть спинки подкладки 5 имеет одну пару симметричных вертикальных рельефных швов 9, которые расположены на расстоянии 20...25 мм от середины спинки. В припуски расстроченных пар рельефных швов 6,7,9 вставлены ребра жесткости 8, выполненные из ригилина (рис. 1-г). Ребра жесткости в рельефных швах 6,7 кокетки спинки 4 начинаются от горловины спинки и заканчиваются на уровне линии окончания лопаток, в рельефных швах 9 нижней части спинки подкладки 5 начинаются от линии притачивания кокетки к нижней части спинки и заканчиваются на линии притачивания нижней части спинки 5 к поясу 10. Пояс 10 выполнен из трикотажного полотна шириной не менее 80...100 мм. Внутрь пояса вставлена эластичная тесьма 11 (рис. 1-д). Свободные концы пояса 10 соединяются между собой спереди при помощи регулируемой застежки "велкро" 12, настроенной по всей ширине торцевых концов не менее чем на 50 мм в длину для обеспечения регулирования объема.

Особенностью универсальной модели верхней одежды является прилегающий силуэт, усиление фиксации ребер жесткости и эстетически привлекательный внешний вид верхней одежды, пригодной для постоянной носки.

Профилактический эффект достигается за счет конструктивных решений пары рельефных швов 6,7 на кокетке 4 и пары рельефных швов 9 в нижней части спинки 5, которые, конструктивно создавая объемность, выделяют и подчеркивают рельеф верхней части фигуры, придавая правильную округлость форме становой части изделия и формируя равновесный лордоз и кифоз позвоночника.

В припусках пар рельефных швов 6,7,9 вложены ребра жесткости из ригилина.

Упругость ригилина в парах рельефных швов 6,9 позволяет поддерживать торс в вертикальном симметричном положении, выполняя корсетную функцию и перераспределяя статические нагрузки, а в парах рельефных швов 7 создает обратное давление на выпирающие лопатки, выполняя функцию корректора осанки. Жесткость и упругость ригилина позволяют возвращать в исходное положение позвоночник после трудовых движений, например, наклон вперед.

Места расположения рельефных швов спинки выбраны и рассчитаны, исходя из известных топографо-анатомических ориентиров тела человека: околопозвоночной линии, проходящей вдоль позвоночного столба по реберно-позвоночным сочленениям, и лопаточной линии (условной вертикальной линии, проводимой по поверхности спины через проекцию нижнего угла лопатки). Воздействие на участки располагающихся вдоль этих линий активных нейросенсорных зон улучшает осанку за счет стимуляции нервно-мышечной деятельности, и оказывает общее положительное воздействие на опорно-двигательный аппарат.

Путем членения спинки на верхнюю и нижнюю части в месте стачивания этих частей создается дополнительная фиксация. Плотное прилегание конструкции спинки в области талии достигается при помощи трикотажного пояса 10 с эластичной вставкой 11, застегивающегося спереди на регулируемую застежку "велкро" 12. Плотное прилегание пояса 10 к торсу человека создает обратное давление на мышцы живота, которые являются сгибателями и участвуют в процессе сгибания поясничного отдела позвоночника. Непринужденный классический вид изделия достигается путем создания отлетной подкладки от линии притачивания кокетки. Тем самым мы получаем изделие, формирующее нормальную осанку, сохраняя при этом внешний эстетический вид.

Минимальные прибавки на свободу облегания в области груди и глубину проймы дают дополнительный эффект микромассажа спины в местах расположения рельефных

швов. При этом снимается напряжение в мышцах, что стабилизирует взаиморасположение позвонков и межпозвонковых дисков.

Одновременное удержание торса в вертикальном положении и создаваемое обратное давление на выпирающие лопатки и мышцы живота позволяют возвращать позвоночник человека в вертикальное симметричное положение после статических нагрузок, а продолжительное использование одежды способствует формированию правильного статико-динамического стереотипа.

Таким образом, предложенное конструкторско-технологическое решение универсальной модели верхней одежды для школьников, выполненной в виде жилета, решает поставленную цель – улучшает эксплуатационные и психологические показатели одежды для профилактики и формирования правильного статико-динамического стереотипа и навыка правильной осанки, а также расширяет ассортимент изделий указанного назначения.

ВЫВОДЫ

Результатом разработанного конструкторско-технологического решения школьной одежды, корректирующей осанку, являются:

- профилактика и исправление нарушений осанки при помощи конструктивных решений одежды;
- непроизвольное формирование навыка правильной осанки незаметно для окружающих и самого человека;
- перераспределение статической нагрузки на позвоночник человека во время длительных трудовых поз;
- эффект микромассажа в местах локализации активных нейросенсорных зон тела человека;
- отсутствие физиологического и психологического дискомфорта в процессе использования;
- эстетически привлекательная конструкция одежды, не отличающаяся от привычной;

- универсальность конструкции позволяет разработать серию лечебно-профилактической одежды.

Изделия могут быть изготовлены в условиях массового производства по типовым технологиям на стандартном оборудовании и средствах малой механизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации".
2. Симонова С. Н. Эффективность лечения детей с заболеваниями опорно-двигательного аппарата в условиях ортопедических групп дошкольных образовательных учреждений (комплексное клинко-социологическое исследование): Дис.... канд. мед. наук. – М., 2010.
3. Бикбулатова А.А., Мартынова А.И., Каюмова Р.Ф. Проектирование детской бытовой одежды, формирующей нормальную. – Уфа: Уфимск.гос. академия экономики и сервиса, 2008.
4. Патент №147647 Российская Федерация, МПК А41D. Жилет, формирующий осанку/ Ноздрачева Т.М., Селихова И.В.; заявитель и патентообладатель Юго-Западный государственный университет; опубл. 2014.

REFERENCES

1. Federalnyj zakon Rossijskoj Federacii ot 21 noyabrya 2011 g. № 323-FZ "Ob osnovah ohrany zdorovya grazhdan v Rossijskoj Federacii".
2. Simanova S. N. Effektivnost lecheniya detej s zabolevaniyami oporno-dvigatel'nogo apparata v usloviyah ortopedicheskikh grupp doskol'nykh obrazovatel'nykh uchrezhdenij (kompleksnoe kliniko-sociologicheskoe issledovanie): Dis.... kand. med. nauk. – M., 2010.
3. Bikbulatova A.A., Martynova A.I., Kayumova R.F. Proektirovanie detskoj bytovoj odezhdy, formiruyushej normalnuyu. – Ufa: Ufimsk.gos. akademiya ekonomiki i servisa, 2008.
4. Patent №147647 Rossijskaya Federaciya, MPK A41D. Zhilet, formiruyushij osanku/ Nozdracheva T.M., Selihova I.V.; zayavitel i patentoobladatel Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet; opubl. 2014.

Рекомендована кафедрой дизайна и технологии изделий легкой промышленности. Поступила 18.02.16.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ
ТЕКСТИЛЬНЫХ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**MATHEMATICAL MODELLING OF LASER WELDING
OF TEXTILE THERMOPLASTIC FABRICS**

М.А. ЧИЖИК, Л.Ф. НЕМИРОВА, М.Н. МОСКОВЦЕВ
M.A. CHIZHIK, L.F. NEMIROVA, M.N. MOSKOVITSEV

(Омский государственный институт сервиса)
(Omsk Stat Institute of Service)

E-mail: margarita-chizhik@rambler.ru, luba.nemirova@mail.ru, mnorthwind@gmail.com

В статье рассмотрены различные математические модели сварных соединений текстильных термопластичных материалов и процессов их лазерной сварки. На моделях исследованы взаимосвязи параметров сварки и свойств получаемых сварных соединений, установлены режимы получения сварного соединения с заданными показателями свойств.

The article deals with various mathematical models of welded seams of textile thermoplastic fabrics and the processes of their laser welding. These models allowed for studying the interrelation of welding parameters and the properties of obtained welded seams. The modes of obtaining a welded seam with specified properties characteristics were determined.

Ключевые слова: моделирование, лазерная сварка, сварное соединение, регрессионная модель, геометрическая модель, прочность, термопластичные текстильные материалы, режимы сварки.

Keywords: modelling, laser welding, welded seam, regression model, geometrical model, durability, thermoplastic textile fabrics, welding modes.

Лазерная технология является одной из перспективных и применяется при обработке различного рода материалов. Этому способствуют возможности гибкого управления параметрами технологического процесса и получения соединений, обладающих уникальным комплексом свойств. В процессе производства одежды сварка применяется для улучшения качества выпускаемого ассортимента товаров, к которому предъявляются повышенные требования безопасности и надежности. Однако экспериментальные исследования процесса лазерной сварки связаны со значительными материальными затратами, поэтому их целесообразно дополнять исследованиями на математических моделях.

Целью работы, выполняемой в ОГИС, является получение моделей, адекватно

описывающих процессы сварки и позволяющих прогнозировать свойства сварных соединений и устанавливать оптимальные режимы их получения.

Процесс лазерной сварки характеризуют следующие параметры: мощность лазерного излучения f_0 , Вт; скорость сварки v , м/мин; расстояние от среза сопла до обрабатываемой поверхности l , м; давление газа g , МПа; радиус луча лазера r_0 , м (рис. 1 – схема процесса лазерной сварки текстильных термопластичных материалов). Варьируя параметры, задают различные режимы, позволяющие получать сварные швы с различными показателями свойств.

На моделях изучают процесс сваривания и свойства получаемого соединения. Во многом исследования базируются на физической интерпретации тепловых явлений,

сопровождающих процесс взаимодействия лазерного излучения с поглощающими средами [1...5]. Получены модели на основе закона Гука [6] и регрессионного анализа [7].

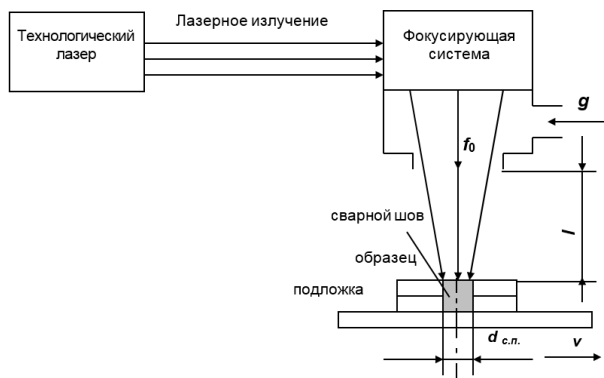


Рис. 1

Так, модель [1] устанавливает зависимость потребной мощности лазерного излучения f_0 от свойств материалов и технологических режимов сварки:

$$f_0 = \sqrt{2\pi} r_0 v c \gamma \Delta T h e^{\frac{y^2}{2r_0^2}}, \quad (1)$$

где c – удельная теплоемкость материала, Дж/кг·град; γ – плотность материала, кг/м³; ΔT – разность температур между критической (температурой плавления) и начальной, град; h – высота обрабатываемого настила, м.

В работе [6] на основе уравнения (1) получено уравнение расчета ширины сварного шва b , м, при определенной мощности излучения:

$$b = \frac{0,25A\ell}{65 + \sqrt{20f_0 - 375}} \cdot \exp\left(-\frac{\ell^2}{2(65 + \sqrt{20f_0 - 375})^2}\right),$$

где $A = \frac{f_0}{\sqrt{2\pi v c \gamma \Delta T \ell}}$.

Модель прочности сварного шва, построенная на основе закона Гука, описывается дифференциальным уравнением:

$$P = Ed(C''f_0 + D''f_0 + E'')\sqrt{\ell} \exp\left(-\frac{\ell^4}{8(\sqrt{300f_0 - 1775} - 45)^4}\right),$$

где P – разрывная нагрузка шва, Н; d – длина шва, м; C'' , D'' , E'' – эмпирические константы.

Значения эмпирических констант C'' , D'' , E'' устанавливают из системы линейных уравнений в зависимости от расстояния до поверхности обрабатываемого материала и мощности лазерного излучения. Однако при изменении материала в каждом конкретном случае требуется заново решать дифференциальное уравнение и систему линейных

уравнений, что является отдельной трудоемкой математической задачей.

В работе [7] исследованы изменения прочности шва от технологических параметров сварки, и на основе экспериментальных данных получены уравнения регрессии.

Зависимость разрывной нагрузки шва от скорости сварки и расстояния до поверхности настила $P = f(v; \ell)$ при постоянной мощности излучения $f_0 = 50$ Вт описана полиномом 2-й степени:

$$P = 24,93 + 80,62v + 26,16\ell - 45,88v^2 - 877,7v\ell - 1,465 \cdot 10^4 v^2.$$

Эта модель справедлива для прогнозируемой прочности сварного соединения с $P = 73,0...130,0$ Н, полученного для искус-

ственной кожи (Винилискожа-Т галантерейная) в следующих интервалах параметров: скорость $v = 0,3...1,2$ м/мин с интервалом

0,25 м/мин; мощность $f_0 = 23...57$ Вт с интервалом 10 Вт; расстояние $\ell = 36 \cdot 10^{-3}...104 \cdot 10^{-3}$ м с интервалом $20^{-3} \cdot 10$ м. График полученной регрессионной зависимости представлен на рис. 2 (график регрессионной зависимости $P = f(v, \ell)$ при $f_0 = 50$ Вт).

При исследовании комплексного влияния параметров лазерной сварки на прочность сварного шва с использованием математических методов планирования эксперимента получена следующая модель ротатбельного плана второго порядка [6]:

$$\hat{Y}_1 = 122,881 - 21,814x_1 + 35,458x_2 - 20,953x_3 + 1,25x_1x_3 + 21,50x_2x_3 + 19,28x_1^2 - 18,403x_2^2 - 7,9953x_3^2,$$

где управляемые (основные) параметры: x_1 – скорость сварки; x_2 – мощность лазерного излучения; x_3 – расстояние от среза сопла до поверхности обрабатываемых материалов; выходной параметр (критерий оптимизации): \hat{Y}_1 – разрывная нагрузка шва.

В результате оценки данной модели по дисперсии воспроизводимости $S_{(y)}^2$ установлено, что она не позволяет прогнозировать результаты с требуемой точностью при доверительной вероятности 0,95.

Таким образом, все рассмотренные математические модели построены для одного критерия, трудоемки в расчетах и не обеспечивают прогнозирование с требуемой точностью.

На практике часто возникает необходимость получения сварных соединений, удовлетворяющих сразу нескольким критериям. Например, швы гидрозакитной одежды, рыбацких плащей, защитных фартуков из синтетических и полимерных материалов должны одновременно обеспечивать требуемые герметичность, прочность и жесткость соединения.

Для решения такой задачи применено геометрическое моделирование, суть которого заключается в определении оптимальной области параметров для заданных значений критериев на многомерном чертеже [8].

Для построения геометрических моделей разработана программа "Гиперпуск"

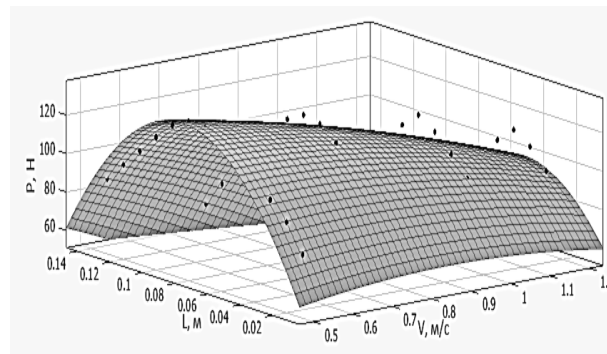


Рис. 2

[9]. В программе по результатам эксперимента получают исходный набор точек, на основе которых выполняется построение аппроксимирующих и (или) интерполирующих функций, формирующих *гиперповерхность взаимосвязи свойств сварного соединения и технологических параметров его получения*. Затем задают показатели качества (свойств) сварного соединения, через которые проходят *гиперплоскости уровня*. На модели устанавливают пересечение гиперповерхности и гиперплоскостей, которое и определяет область параметров получения требуемого соединения.

Геометрическая многомерная модель процесса лазерной сварки для искусственной кожи представлена на рис. 3, 4 совокупностью графиков.

Регулируемые параметры технологического процесса: скорость сварки; мощность лазерного излучения; расстояние от среза сопла до обрабатываемой поверхности.

Критерии эффективности процесса: ширина и прочность шва, высота обрабатываемого настила.

Рассмотрим полученную модель. Характеристики материала: основа – 100 % ВХ; покрытие – одностороннее на основе ПВХ; M_s – 290 г/м²; толщина – $0,38 \cdot 10^{-3}$ м; P_0 – 465 Н, P_y – 396 Н; прочность связи пленочного покрытия с основой – 0,5 кН/м. Механические свойства определяли по действующим стандартам.

Модель получена для следующих значений параметров: давление газа постоянное $g = 0,1 \dots 0,12$ МПа; скорость $v = 0,5 \dots 1,25$ м/мин с интервалом $0,25$ м/мин; мощность $f_0 = 10 \dots 50$ Вт с интервалом 10 Вт; расстояние $\ell = 10 \cdot 10^{-3} \dots 140 \cdot 10^{-3}$ м с интервалом $10^{-3} \cdot 10$ м.

Анализ геометрической модели показывает, что для искусственной кожи могут

быть получены сварные соединения в настиле высотой $h = 3,5 \cdot 10^{-3} \dots 8,0 \cdot 10^{-3}$ м с прочностью $P = 60 \dots 135$ Н и шириной шва $b = 0,5 \cdot 10^{-3} \dots 7,0 \cdot 10^{-3}$ м. Точность модели установлена по критерию Стьюдента с уровнем значимости $0,05$.

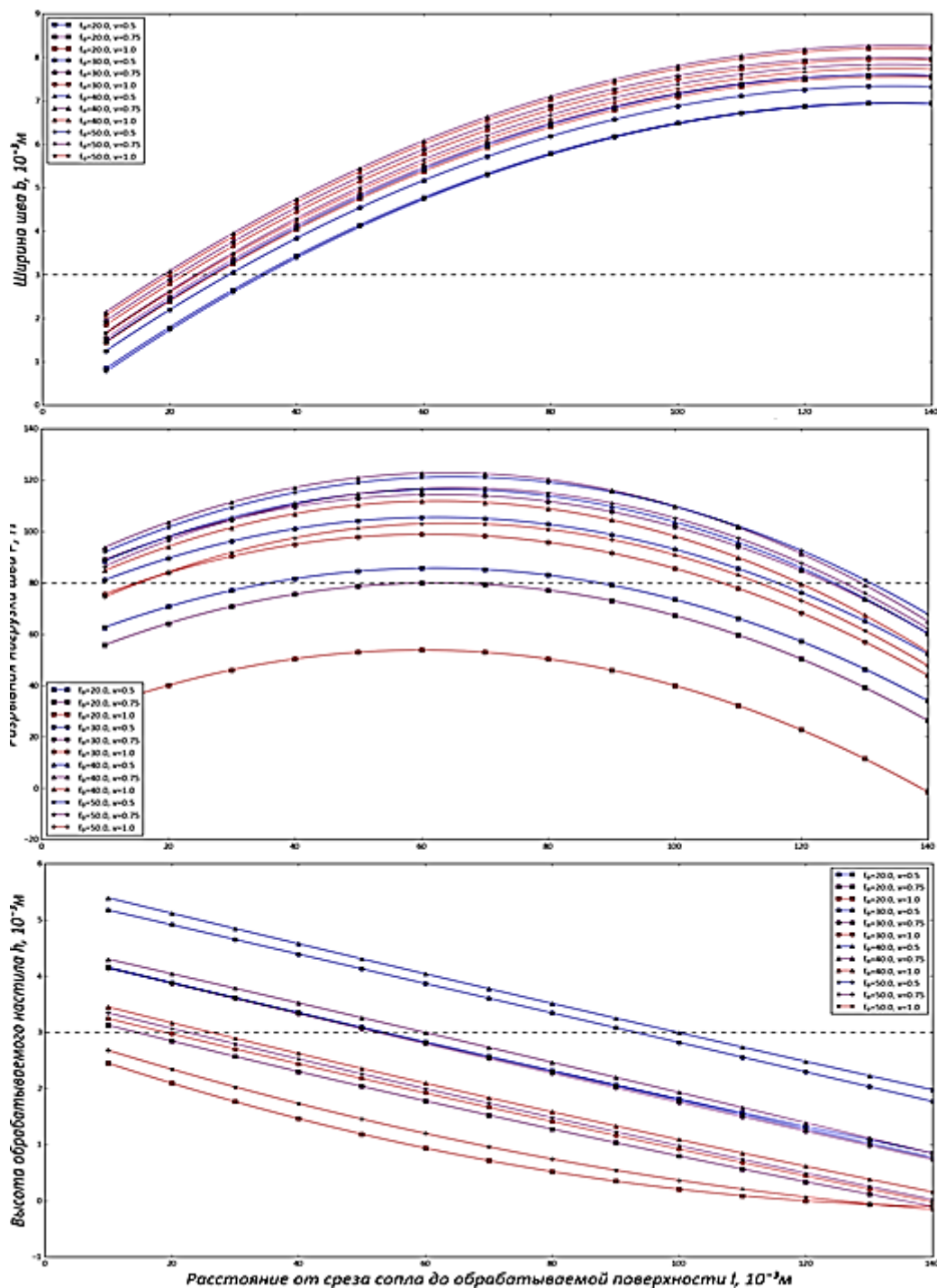


Рис. 3

Зададим критерии качества: шов шириной $b = 3 \cdot 10^{-3}$ м с прочностью более 80 Н должен быть получен в настиле высотой $h = 3 \cdot 10^{-3}$ м. Определим параметры его получения. Для этого на модели (рис. 3) зададим

гиперплоскости соответствующих уровней (P , b и h), пересечение которых с кривыми гиперповерхности определяет искомую точку $N(N_1, N_2)$ (рис. 4).

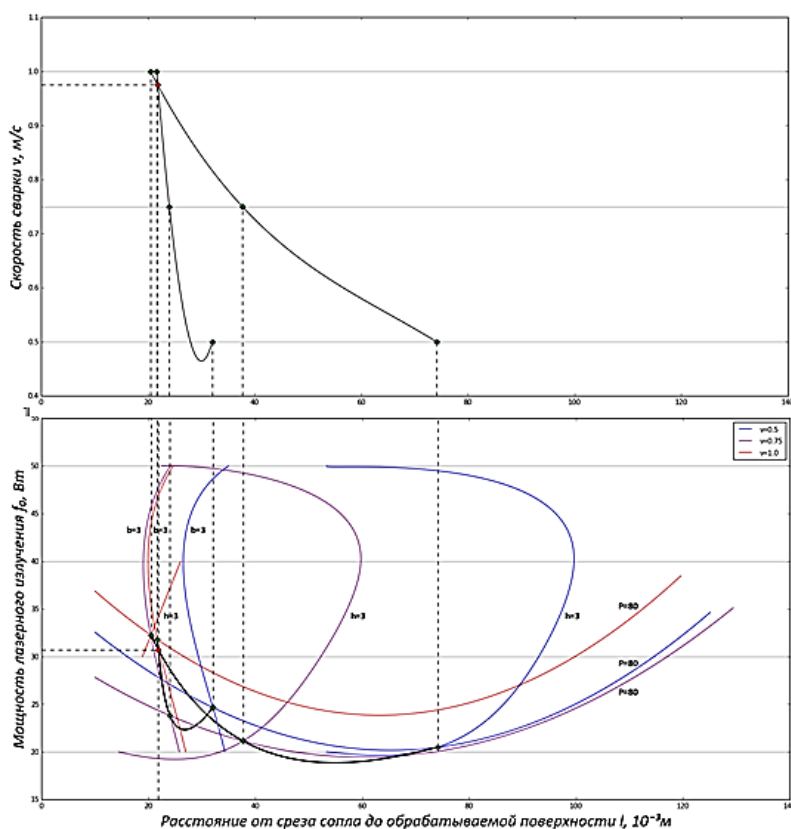


Рис. 4

По модели установим, что сварной шов с прочностью $P = 80$ Н и более, шириной $b = 3 \cdot 10^{-3}$ м может быть получен в настиле высотой $h = 3 \cdot 10^{-3}$ м при следующих параметрах сварки: $v^N = 1,0$ м/мин; $f_0^N = 30$ Вт и $l^N = 22,0 \cdot 10^{-3}$ м.

ВЫВОДЫ

1. Лазерная технология является одной из перспективных и применяется в обработке различного рода материалов. На практике часто возникает необходимость получения сварных соединений, удовлетворяющих сразу нескольким критериям.

2. Математические модели процесса лазерной сварки термопластичных текстильных материалов, построенные для одного критерия, трудоемки в расчетах и не обес-

печивают прогнозирование с требуемой точностью.

3. Методом геометрического моделирования построена модель процесса сварки для искусственной кожи с ПВХ покрытием, на которой установлена область технологических параметров получения сварного шва, одновременно удовлетворяющего нескольким показателям качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сухова Т.Н. Разработка технологии лазерной сварки материалов для швейных изделий: Дис. ... канд. техн. наук. – Ленинград : ЛИТЛП им. С. М. Кирова, 1990.
2. Базюк Г.П. Резание материалов лучом лазера // Технический прогресс в швейной промышленности. – М., 1968. С. 129...134.
3. Виноградов Б.А., Король Л.И., Бояркин К.Е., Дегтярев Е.Ф. Физико-технологическая модель ла-

зерного разрушения тканей // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1987, № 1. С.107...112.

4. Дегтярев Е.Ф. Воздействие лазерного излучения на ткани с учетом их влагосодержания: Дис. ... канд. техн. наук. – Л. : ЛИТЛП, 1988.

5. Рыкалин Н.Н., Углов А.А. Теплофизические процессы при взаимодействии лазерного излучения с поглощающими средствами // Изв. АН СССР. Сер. Физика. – 1982. Т. 46, № 6. С. 1018...1025.

6. Чижик М.А. Прогнозирование свойств соединений деталей швейных изделий, выполненных методом лазерной сварки: Дис. ... канд. тех. наук. – СПб.: СПГУТД, 1995.

7. Чижик М.А., Волков В.Я. Моделирование процессов соединения деталей швейных изделий. – Омск: ОГИС, 2010.

8. Чижик М.А. Графическая модель оптимизации параметров ниточного соединения деталей одежды // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, № 5. С. 86...90.

9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014610165. "Гипер-спуск" / М.А. Чижик, М.Н. Московцев, Д.П. Монастыренко, Д.В. Доркин; заявитель и патентообладатель Чижик Маргарита Анатольевна. – № 2013618421/69; заяв. 19.07.2013; дата регистрации 09.01.2014.

2. Bazyuk G.P. Rezanie materialov luchom lazera // Tehnicheskij progress v shvejnoj promyshlennosti. – M., 1968. S. 129...134.

3. Vinogradov B.A., Korol L.I., Boyarkin K.E., Degtyarev E.F. Fiziko-tehnologicheskaya model lazernogo razrusheniya tkanej // Izv. vuzov. Tehnologiya legkoj promyshlennosti. – 1987, № 1. S.107...112.

4. Degtyarev E.F. Vozdejstvie lazernogo izlucheniya na tkani s uchedom ih vlagosoderzhaniya: Dis. ... kand. tehn. nauk. – L. : LITLP, 1988.

5. Rykalin N.N., Uglov A.A. Teplofizicheskie processy pri vzaimodejstvii lazernogo izlucheniya s pogloshayushimi sredstvami // Izv. AN SSSR. Ser. Fizika. – 1982. T. 46, № 6. S. 1018...1025.

6. Chizhik M.A. Prognozirovaniye svojstv soedinenij detalej shvejnyh izdelij, vpolnennyh metodom lazernoj svarki: Dis. ... kand. teh. nauk. – SPb. : SPGUTD, 1995.

7. Chizhik M.A., Volkov V.Ya. Modelirovaniye processov soedineniya detalej shvejnyh izdelij. – Omsk: OGIS, 2010.

8. Chizhik M.A. Graficheskaya model optimizacii parametrov nitochного soedineniya detalej odezhdy // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2013, № 5. С. 86...90.

9. Svidetelstvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlya EVM № 2014610165. "Giper-spusk" / M.A. Chizhik, M.N. Moskovcev, D.P. Monastyrenko, D.V. Dorkin; zayavitel i patentoobladatel Chizhik Margarita Anatolevna. – № 2013618421/69; zayav. 19.07.2013; data registracii 09.01.2014.

REFERENCES

1. Suhova T.N. Razrabotka tehnologii lazernoj svarki materialov dlya shvejnyh izdelij: Dis. ... kand. tehn. nauk. – Leningrad : LITLP im. S. M. Kirova, 1990.

Рекомендована кафедрой конструирования и технологии изделий легкой промышленности. Поступила 18.02.16.

УДК 7.05:687.01

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ МОДНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ИНДУСТРИИ МОДЫ

PRINCIPLES OF FORMING AND REALIZATION OF FASHION TRENDS IN FASHION INDUSTRY

Н.В. ЧУПРИНА

N.V. CHUPRINA

(Киевский национальный университет технологий и дизайна, Украина)

(Kyiv National University of Technologies and Design, Ukraine)

E-mail: chouprina@ukr.net

В статье приведены характеристики образцов базового потребительского поведения по отношению к одежде. Определены критерии, оказывающие влияние на протекание модных тенденций в обществе. Классифицированы основные объективные и субъективные факторы, влияющие на формирование и распространение модных тенденций. Сформулированы структурно-логические принципы взаимосвязи условий формирования и реализации модных тенденций в деятельности индустрии моды.

In the article the standards of base consumer conduct in relation to clothes are characterized. Criteria that have influence on flowing of fashion trends in society are certain. Basic objective and subjective factors influencing on forming and distribution of fashion trends are classified. Structurally-logical principles of intercommunication of conditions of forming and realization of fashion trends in fashion industry professional activity are formulated.

Ключевые слова: индустрия моды, модный стандарт, продукт индустрии моды, сегмент индустрии моды, объекты и субъекты индустрии моды, рынок модной одежды, модная тенденция, модные инновации.

Keywords: fashion industry, fashion standard, fashion industry product, segment of fashion industry, objects and subjects of fashion industry, fashion-market, fashion trend, fashion innovations.

Для характеристики индустрии моды как научно обоснованной, интегрированной теории или концепции модного поведения в обществе необходимо разработать ее теоретическую идеализированную модель, которая включает в себя четко зафиксированную связь структурных компонентов, а также позволяет сформулировать структурно-логические параметры их взаимодействия для достижения стоящей перед индустрией моды цели.

Создание такой теоретической модели дает возможность описания индустрии моды как идеального объекта, отделенного от эмпирических аспектов, хоть и построенного на основе их исследования. Это означает, что индустрия моды как идеальный объект должна быть наделена комплексной многокомпонентной структурой, которая, в свою очередь, также состоит из частных идеальных объектов. Данные структурные элементы наделяются определенными терминами, понятиями и взаимосвязями, а также формируются и структурируются в процессе идеализации индустрии моды как объекта научного изучения. Таким образом, идеализация, как одна из форм научного познания, позволит выделить объект исследования в чистом виде, без второстепенных элементов и незначительных причинно-следственных взаимосвязей.

Определение структурного строения индустрии моды как циклически замкнутой системы формирования, производства, распределения и потребления модных стандартов и продуктов моды может быть осуществлено с позиций уточнения принципов сегментации индустрии моды и формулирования принципов их взаимовлияния для наиболее эффективного функционирования системы. Так, в част-

ности, каждый из сегментов индустрии представляет собой структурно-логическую схему, компоненты которой выполняют свою функцию в деятельности общей системы. Выявление структурно-логической схемы каждого из сегментов позволяет охарактеризовать принципы взаимодействия всех субъектов индустрии моды, которые относятся к этому сегменту, и выявить их роль в функционировании комплексной многовекторной системы, какой, безусловно, является модная индустрия. Построение таких частных идеальных объектов исследования, которыми являются сегменты индустрии, возможно на основе результатов эмпирического анализа ее функционирования.

Однако для наиболее полного понимания индустрии моды как научно обоснованной концепции модного поведения в обществе целесообразно разработать комплексную структурно-логическую теоретическую модель, целью которой является визуализация основных принципов деятельности всех субъектов индустрии в отношении ее объектов, для наиболее полного удовлетворения потребительских нужд и дальнейшего развития функционирования всей системы.

При разработке теоретической модели формирования и реализации модных тенденций в индустрии моды в работе применена классификация базовых стилей жизни, использующаяся в различных теоретических и эмпирических исследованиях моды как феномена и модели поведения постиндустриального общества [1...3].

В названных источниках, в частности, образцы базового потребительского поведения по отношению к одежде разделены на 4 категории:

1. конформизм – принятие одежды: мода соответствует доминирующим социальным нормам;

2. нон-конформизм – использование альтернативной одежды: мода как способ демонстрации протеста;

3. маскировка – одежда как способ бегства от действительности: мода служит для приспособления к обстоятельствам;

4. модификация – одежда как средство адаптации моды.

Основываясь на том утверждении, что принятию и потреблению всех модных инноваций способствуют социальная активность и личностные мотивы индивидуума, следует разделить движущие факторы формирования модных тенденций в обществе на объективные и субъективные. К объективным, без сомнения, относятся все модные инновации, формируемые и адаптируемые на уровне общесоциального сознания. К субъективным факторам следует причислить те, благодаря которым индивидуум делает осознанный выбор, участвовать ли ему в объективно проявляющемся модном процессе, и если да, то в каких степени и форме. К объективным факторам формирования модных тенденций в индустрии моды, в первую очередь, относятся социальные, культурные, научно-технические аспекты, а также взаимодействие с рынком (экономическая деятельность). Среди наиболее значимых субъективных факторов необходимо выделить область психологии, феномен самого индивида и взаимодействие между индивидами, а также различные сферы взаимодействия индивида с модными образцами и объектами.

Однако, как видно из перечисленных выше факторов, под воздействием которых происходит формирование и реализация модных тенденций в индустрии моды, и среди объективных социальных и субъективных индивидуальных факторов возможно выделить и объективные, и субъективные характеристики. Поэтому для выявления теоретических основ формирования и реализации модных тенденций целесообразно выделить социально-объективные (СОФ) и социально-субъективные (ССФ), а также индивидуально-объективные (ИОФ) и индивидуально-субъективные (ИСФ) факторы.

Таким образом, обобщенной характеристикой уровня социально-объективных факторов (СОФ) является отражение социальных актуальных проблем, а уровня социально-субъек-

тивных факторов (ССФ) – трансформация социальных тенденций посредством стилей жизни определенных социальных групп. Основной же целью уровня индивидуально-объективных факторов (ИОФ) следует определить выбор модных объектов для создания собственного образа индивидуума в соответствии с социальными концепциями времени, а задачей уровня индивидуально-субъективных факторов можно назвать адаптацию новых стилей к образу индивидуума.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что формирование модных тенденций в индустрии моды проходит на уровне социальных объективных факторов, а их реализация – на уровне индивидуальных субъективных факторов.

Проведенный в ходе данного исследования анализ формирования и реализации модных тенденций в индустрии моды выявил стабильную последовательность активности каждой группы факторов в процессе функционирования модных тенденций в индустрии моды, а именно: СОФ → ССФ → ИОФ → ИСФ, после чего происходит повторение цикла для следующей модной тенденции. На структурно-логической схеме (рис. 1) представлена детализация причинно-следственных связей, которые выявляют уровни формирования и реализации модных тенденций в индустрии моды.

На основе результатов проведенных исследований необходимо отметить, что теоретическая модель формирования и реализации модных тенденций в своей основе испытывает дополнительное влияние со стороны следующих факторов протекания модных процессов.

1. Склонность индивидуума к статусной двойственности (дифференциации и социализации) является платформой для систематического изменения выбранного стиля жизни (по отношению к одежде), что приводит к регулярной смене модных тенденций.

2. Продукты моды и другие модные объекты имеют своей целью не только способствование дифференциации индивидуума, но и его социализации путем формирования массового потребительского спроса [4].

3. Изначально неопределенный характер каждой новой модной тенденции требует адаптации в потребительской среде. По результатам обсуждения и популяризации позитивных (или негативных) свойств новой модной тенденции ее ожидает одобрение либо

отрицание, что, в любом случае, отразится на реакции потребителей на fashion-рынке. В свою очередь, эта реакция станет основой для

развития или деградации модной тенденции на определенном этапе [5].

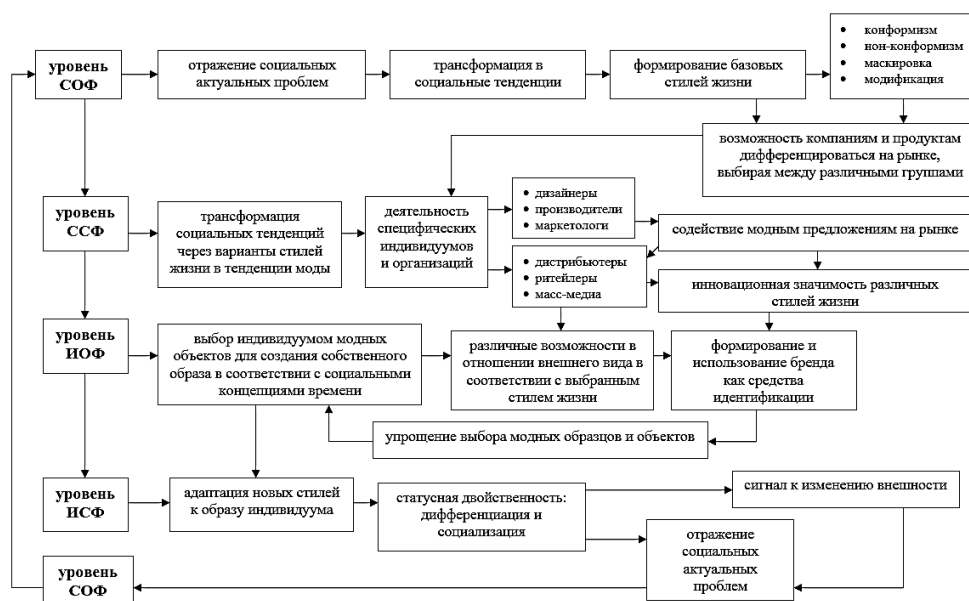


Рис. 1

4. Каждая новая модная тенденция, которая появляется в обществе, находит свое отражение в среде потребителей с разным стилем жизни (по отношению к одежде). В то же время каждый индивидуум в своем потребительском отношении к модным образцам и объектам реализует все стили жизни (по отношению к одежде) в зависимости от того, позитивна или негативна его реакция на определенную модную тенденцию.

5. В деятельности субъектов индустрии моды, основой которой является формирование и последующее удовлетворение потребительского спроса на модные стандарты и продукты моды, подобный алгоритм формирования и реализации модных тенденций предоставляет стабильную возможность дифференцироваться на рынке, выбирая между различными группами потребителей (по отношению к одежде) и, в условиях жесткой конкуренции, добиваться коммерческого и имиджевого успеха.

ВЫВОДЫ

1. Дальнейшая конкретизация структуры и теоретической модели функциони-

рования индустрии моды может быть представлена системой структурно-логических связей ее основных компонентов (объектов и субъектов индустрии моды), взаимодействие которых формирует информационную, коммерческую, социокультурную инфраструктуру fashion-рынка.

2. Охарактеризованная система взаимосвязей протекания модных процессов в индустрии моды предоставляет возможность классификации структурных сегментов деятельности индустрии модной одежды и разработки теоретической модели индустрии моды – как интегрированной концепции возникновения и протекания модных инноваций.

3. Базовым критерием проектной деятельности субъектов индустрии моды является обоснованное утверждение, что модные продукты постоянно находятся в состоянии трансформации и развития, динамика которых определяет векторы развития рынка модной одежды и функционирования индустрии моды.

4. Результаты исследования являются основой для разработки комплексного подхода к изучению индустрии моды – как интегрированного явления современного общества.

1. Cholachatpinyo A., Padget I., Crocker M., Fletcher B. A Conceptual Model of the Fashion Process. Part 1. The Fashion Transformation Process Model // Journal of Fashion Marketing and Management. – Vol.6, 2002. P. 24...34

2. Kaiser S.B., Nagasawa R.H., Hutton S.S. Construction of an SI Theory of Fashion: Part I. Ambivalence and Change // Clothing and Textiles Research Journal. – 13 (3), 1995. P. 172...183

3. Попова И.В. Лексико-семантические и стилистические особенности языка индустрии моды: Дис. ... канд. филолог. наук. – М.: Московский государственный областной университет. Инсти-тут лингвистики и межкультурной коммуникации, 2007.

4. Гофман А.Б. Мода и люди: новая теория моды и модного поведения. – СПб.: Питер, 2004.

5. Андреева А.Н. Концепция портфеля дизайнерских брендов в фешн-бизнесе: постановка проблемы // Вестник Санкт-Петербургского университета. – Серия 8. 2003. Вып.2 (№16). С.28...54.

1. Cholachatpinyo A., Padget I., Crocker M., Fletcher B. A Conceptual Model of the Fashion Process. Part 1. The Fashion Transformation Process Model // Journal of Fashion Marketing and Management. – Vol. 6, 2002. P. 24...34

2. Kaiser S.B., Nagasawa R.H., Hutton S.S. Construction of an SI Theory of Fashion: Part I. Ambivalence and Change // Clothing and Textiles Research Journal. – 13 (3), 1995. P. 172...183

3. Popova I.V. Leksiko-semanticheskie i stilisticheskie osobennosti yazyka industrii mody: Dis. ... kand. filolog. nauk. – М.: Moskovskij gosudarstvennyj oblastnoj universitet. Institut lingvistiki i mezhkulturnoj komunikacii, 2007.

4. Gofman A.B. Moda i lyudi: novaya teoriya mody i modnogo povedeniya. – SPb.: Piter, 2004.

5. Andreeva A.N. Konceptiya portfelya dizajnerskih brendov v feshn-biznese: postanovka problemy // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. – Seriya 8. 2003. Vyp.2 (№16). S.28...54.

Рекомендована кафедрой художественного моделирования костюма. Поступила 26.04.16.

УДК 687.016 ; 94(47)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОВЕТСКОЙ МОДЫ В 1950-60 ГОДЫ

PECULIARITIES OF THE SOVIET FASHION DEVELOPMENT IN 1950-60s

И.В. ВИНИЧЕНКО

I.V. VINICHENKO

(Омский университет дизайна и технологий)

(Omsk University of Design and Technologies)

E-mail: irvin61@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы функционирования моды в середине XX века в Советском Союзе. Показано, что активизация процесса включения советской моды в общемировое русло совпадает с периодом хрущевской оттепели. Определены задачи советского моделирования в рамках программы реформ. Демонстрация образцов советской моды на международных выставках должна была доказать преимущества социализма, народный стиль в одежде служил маркером для обозначения собственного направления в моде, отличного от "буржуазного".

In the article the questions of the fashion functioning in the Soviet Union of the middle of the 20th century are examined. It is revealed, that the Soviet fashion inclusion in the worldwide tendency concurs with the Khrushchev Ottepel. The objects of the Soviet modeling within the scope of reform program are defined. Showing the

pieces of the Soviet fashion clothing at the international exhibitions should have proved the advantage of the socialism. The ethnic style was a mark of the Soviet own fashion trend which was different from the "bourgeois".

Ключевые слова: советская мода, модели одежды, коллекции, народный стиль, международные выставки.

Keywords: soviet fashion, pieces of clothing, fashion collections, ethnic style, international exhibitions.

В настоящее время можно отметить все нарастающий интерес к советской истории, в том числе и к советскому костюму, который в своем развитии проходил различные этапы от полного отрицания западной моды до беспрекословного следования ей. Середина XX века в этом отношении наиболее показательна. Для периода 1950-60-х годов характерны быстрые изменения в стране. Хрущевский период был особенно плодотворен для принятия политических решений, касающихся сферы производства одежды, из-за заявленной программы реформ, которая была направлена на улучшение материального благосостояния советских граждан. Эта программа была одновременно реакцией на холодную войну (нужно было доказать всему миру преимущества социализма) и средством десталинизации, когда следовало во что бы то ни стало поддерживать всеобщую лояльность режиму [1].

В начале 1950-х годов западные тенденции моды считались пагубными для советских людей. В журнале "Огонек" Илья Окунев, отвечая на вопросы читателей, писал: "Разумеется, экстравагантные, ультрамодные модели не находят у нас подражателей. У советских людей нет стремления во что бы то ни стало менять свой гардероб, чтобы быть одетыми "модно"" [2].

В конце 1950-х смягчилось официальное отношение к западной моде, ее трактовка вернулась к консервативным образцам швейного мастерства и практикам традиционной женственности [3]. По сути, мода пришла в Советский Союз в середине 1950-х годов. Советские дизайнеры получили доступ к последним разработкам в области моделирования одежды. Но нападки на буржуазную моду не прекратились, в советской прессе распро-

странялись карикатуры, фотографии образцов западной моды с красноречивыми подписями. Например, журнал "Работница" дает подборку фотографий под рубрикой "Гримасы моды" и подписью: "Вряд ли нужны комментарии к этим снимкам, взятым из западных модных журналов" [4]. Журнал "Огонек" в рубрике "Пестрые страницы" нередко помещает фотографии "причудливой" западной моды с комментариями к ним, например: "Деревянные платья. Парижские модельеры демонстрировали в Нью-Йорке женские платья из пластика, металла и дерева" [5].

Одновременно перед советским моделированием ставится задача – доказать его превосходство над западным. Для демонстрации образцов советской моды за рубежом широко использовались международные выставки различной направленности. В них участвуют не только столичные, но и региональные дома моделей. Так, например, Новосибирский дом моделей представлял свои разработки на международных выставках и конкурсах в Лейпциге, Будапеште, Брюсселе, Варшаве, Японии, Индии, Эфиопии [6].

Советская пресса, как правило, писала о восторженном приеме наших коллекций за рубежом. Конец 1950-х, Лейпциг – Советский Союз представляет свои последние достижения в области науки и искусства – западная публика в восторге. 1962 год – выставка в Париже – нашим моделям аплодируют стоя. 1963 год – грандиозная выставка в Рио-де-Жанейро. "Присутствовал на прекрасном показе мод и совершенно очарован", – записал в книге один из первых посетителей выставки" [7]. "Показ советской коллекции современной модной одежды в какой бы то ни было

стране становится не только сенсацией для средств массовой информации, но и подлинным праздником культуры, свидетельством нашего стремления к укреплению взаимоотношения между народами, к мирному сотрудничеству во всех областях" [8]. Всемирная выставка "Экспо-67" в Монреале (Канада) – показ моделей "молодого дарования" художника-модельера Славы Зайцева, Нелли Аршавской, Татьяны Осьмеркиной и др. – подлинный триумф советской моды [9]. Мода выступает как пропагандистская машина Страны Советов.

Но самыми значимыми мероприятиями, которые красноречиво говорят о расширении международных контактов в области моды, стали: VIII Конгресс моды в Москве (1957 год, во время проведения Международного фестиваля молодежи и студентов), показы моделей одежды французского Дома моделей "Christian Dior" (1959 год) и Международная выставка одежды и Международный фестиваль мод в Москве (1967 год). Если первые два знакомили советских граждан с международными тенденциями моды, то выставка моды в Москве рассматривалась как действенное средство расширения и укрепления экономических и деловых связей, как лучший метод международного обмена опытом. Целью было не только посмотреть достижения мировой моды, но и показать свои достижения в области советского моделирования в год 50-летия Октября. Результатом фестиваля были не только лестные отзывы специалистов из ведущих мировых лидеров в области моды. Главное, что после Международного фестиваля мод многие зарубежные фирмы изъявили желание закупать в СССР готовую одежду.

В начале 1970-х годов среди советских обществоведов вначале еще сохранялась оценка моды как "пережитка капитализма" [10], но было решено, что "контролировать" и "направлять" модные тенденции "...стало возможно лишь путем пропаганды хорошего вкуса и высоких эстетических стандартов у советских граждан" [11].

Чтобы найти собственный творческий источник, не связанный с "буржуазной" эстетикой, художники-модельеры обратились к народному костюму. Модели в народном стиле всегда присутствовали в коллекциях домов моделей. Распоряжения на такие разработки поступали от руководящих структур. Например, на региональном уровне такие постановления издавались Советами народного хозяйства, которые рекомендовали при разработке конструкций "...учитывать климатические условия Сибири, использовать народный орнамент" [12]. Привнесение фольклорных элементов в моделирование современной одежды должно было окончательно убедить общественность в том, что советская мода отлична от западной [13]. Кроме того, модели в народном стиле наиболее точно соответствовали требованиям советского стиля: "Изучение художественного наследия прошлого не только творчески обогащает наших художников, но и помогает советской моде приобрести свой национальный колорит, в том числе такие черты, как спокойствие, скромность, деловитость, отсутствие экстравагантности и излишней вычурности" [14].

Большинство таких моделей не нашло широкого распространения. Несмотря на это, тенденция включения костюмов в народном стиле в ежегодные планы художников-модельеров домов моделей всех республик сохранилась до середины 1970-х годов. "Ну а потом, – вспоминает искусствовед ОДМО И. Андреева, – уже остановить это было невозможно и без обязательного плана, так вошло это в плоть и кровь республиканских министров, директоров и художников домов моделей" [15]. Журналы мод непременно представляли на своих страницах такие модели и с восхищением писали об их успехе за рубежом. Народный стиль стал своеобразной визитной карточкой советских коллекций на всевозможных международных выставках. Одновременно это способствовало новой волне обращения западных кутюрье к использованию традиций русского искусства и костюма в своем творчестве [16].

Период 1950-60-х годов был важен для советской моды, поскольку время, когда костюм должен был следовать "правилам приличия", подошло к концу. Новинки западной моды уже просачивались на страницы советских модных изданий, но это еще не означало, что предприятия по выпуску одежды начали производить модные вещи или что выбор в магазинах стал разнообразнее [17]. Под влиянием теневой экономики, а также молодежной музыки и некоторого смягчения правил выезда за рубеж неофициальные стили в одежде начали приобретать все большее значение, информация о модных направлениях, как и сами вещи, становились все более доступными. Мода выступала одним из проявлений параллельного общества, распространяя вкусы современной жизни западного образца [18].

И все же 1960-е годы по-прежнему сопровождались попытками создать собственную "советскую моду". Об этом сообщал в 1964 г. журнал "Декоративное искусство СССР". Обозреватели советской моды наивно обсуждали возможность освобождения от "власти западной моды", выступали против "бессмысленных ежесезонных смен мод". К производству рекомендовались "простые" и универсальные вещи без всяких "ультрамодных" элементов [19]. Социалистическая экономика, основанная на плановом хозяйствовании, не позволяла менять производственные стандарты и следовать за модой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Захарова Л. Советская мода 1950–60-х годов: политика, экономика, повседневность // Теория моды. – 2007, № 3. С. 58...59.
2. Окунев И. Как одеваются советские женщины // Советская женщина. – 1956, № 4. С. 46.
3. Бартлет Д. Давайте оденем их в беж: мелкобуржуазный мирок официального социалистического костюма // Теория моды. – 2007, № 3. С. 189.
4. Гримасы моды // Работница. – 1967, № 3. С. 32.
5. Пестрые страницы // Огонек. – 1967, № 13. С.30.
6. На международном конкурсе одежды // Советская Сибирь. – 1956, 2 июня.
7. Тарасова А. Советская мода: ретроспективное исследование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.justlady.ru/fashion/581/>

8. Зборовский Е.М. По законам красоты. – М.: Советская Россия, 1988. С. 81.
9. Карбовска В. Послание в Монреаль // Советская женщина. – 1967, № 4. С. 39.
10. Басин Е.Я., Красин В.М. "Гордиев узел" моды" // Мода: за и против. – М.: Искусство, 1973. С. 66...67.
11. Журавлев С., Гронов Ю. Власть моды и Советская власть: история противостояния // Историк и художник. – 2006, № 4 (10). С. 109.
12. Государственный архив Новосибирской области. Ф. Р-1655. Оп. 1. Д. 23. Л. 22.
13. Захарова Л. Советская мода 1950–60-х годов: политика, экономика, повседневность // Теория моды. – 2007, № 3. С. 61.
14. Горина Г. Традиции в модном костюме // Декоративное искусство. – 1967, № 3. С. 9.
15. Андреева И. Частная жизнь при социализме. Отчет советского обывателя / Предисловие Р. Кирсановой. – М.: Новое литературное обозрение, 2009. С. 232.
16. Козлова Т.В., Мизонова Н.Г. Периодизация использования в европейской моде мотивов русского костюма // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 1. С. 126.
17. Виниченко И.В., Гончарова Н.А., Окишев Н.В., Виниченко М.А. Советская индустрия моды в период от "оттепели" до "застоя": проблемы и способы их решения // В мире научных открытий. – 2011, № 11.3. С. 913...932.
18. Савельева Н.Т. Мода и массовый вкус. – М.: Легкая индустрия, 1966. С. 48.
19. Крамаренко Л. Об искусстве одежды // Декоративное искусство. – 1964, № 5. С. 21.

REFERENCES

1. Zaharova L. Sovetskaya moda 1950–60-h godov: politika, ekonomika, povsednevnost // Teoriya mody. – 2007, № 3. S. 58...59.
2. Okunev I. Kak odevayutsya sovetskie zhenshiny // Sovetskaya zhenshina. – 1956, № 4. S. 46.
3. Bartlet D. Davajte odenem ih v bezh: melkoburzhuzaznyj mirok oficialnogo socialisticheskogo kostyuma // Teoriya mody. – 2007, № 3. S. 189.
4. Grimasy mody // Rabotnica. – 1967, № 3. S. 32.
5. Pestrye stranicy // Ogonek. – 1967, № 13. S.30.
6. Na mezhdunarodnom konkurse odezhdyy // Sovetskaya Sibir. – 1956, 2 iyunya.
7. Tarasova A. Sovetskaya moda: retrospektivnoe issledovanie [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.justlady.ru/fashion/581/>
8. Zborovskij E.M. Po zakonom krasoty. – M.: Sovetskaya Rossiya, 1988. S. 81.
9. Karbovska V. Poslanie v Monreal // Sovetskaya zhenshina. – 1967, № 4. S. 39.
10. Basin E.Ya., Krasin V.M. "Gordiev uzal" mody" // Moda: za i protiv. – M.: Iskustvo, 1973. S. 66...67.
11. Zhuravlev S., Gronov Yu. Vlast mody i Sovetskaya vlast: istoriya protivostoyaniya // Istorik i hudozhnik. – 2006, № 4 (10). S. 109.

12. Gosudarstvennyj arhiv Novosibirskoj oblasti. F. R-1655. Op. 1. D. 23. L. 22.

13. Zaharova L. Sovetskaya moda 1950–60-h godov: politika, ekonomika, povsednevnost // Teoriya mody. – 2007, № 3. S. 61.

14. Gorina G. Tradicii v modnom kostyume // Dekorativnoe iskusstvo. – 1967, № 3. S. 9.

15. Andreeva I. Chastnaya zhizn pri socializme. Otchet sovetskogo obyvatelya / Predislovie R. Kirsanovoj. – M. : Novoe literaturnoe obozrenie, 2009. S. 232.

16. Kozlova T.V., Mizonova N.G. Periodizaciya ispolzovaniya v evropejskoj mode motivov russkogo kostyuma // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2014, № 1. S. 126.

17. Vinichenko I.V., Goncharova N.A., Okishev N.V., Vinichenko M.A. Sovetskaya industriya mody v period ot "ottepeli" do "zastoya": problemy i sposoby ih resheniya // V mire nauchnyh otkrytij. – 2011, № 11.3. S. 913...932.

18. Saveleva N.T. Moda i massovyj vkus. – M.: Legkaya industriya, 1966. S. 48.

19. Kramarenko L. Ob iskusstve odezhdy // Dekorativnoe iskusstvo. – 1964, № 5. S. 21.

Рекомендована кафедрой конструирования и технологии изделий легкой промышленности. Поступила 17.11.16.

УДК 677.054

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ БЕРДА БАТАНА
ДЛЯ ТКАЦКИХ МАШИН РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ**

**SPECIFICITIES OF CALCULATION OF THE SLAY MOVING
FOR DIFFERENT TEXTILE MACHINE**

Е.Н. ХОЗИНА, В.А. МАКАРОВ, П.А. КОРОЛЕВ, О.С. ЖУРАВЛЕВА
E.N. KHOZINA, V.A. MAKAROV, P.A. KOROLEV, O.S. ZHURAVLEVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: zhuravlevaos@yandex.ru

Взаимодействие уточины и берда зависит от положения точки контакта берда с уточиной и опушкой ткани. Бердо батана совершает перемещение, задаваемое приводом батанного механизма. В статье рассмотрена методика определения кинематических параметров, характеризующих взаимодействие берда батана с уточной нитью, как функции угла качания батана, которая позволяет дать процессу образования ткани качественную характеристику и количественную оценку.

The interplay of the weft and the reed is depends on position of the contact point of slay with weft and fabric edge. The reed moves according to the law of motion of the slay drive. In this article the method of determination of kinematic characteristics has been discussed. These parameters characterize the interplay of the reed and the weft as a function of the angle of the slay moving. This calculating technique gives to the process of fabric formation qualitative features and quantification.

Ключевые слова: привод батанного механизма, перемещение фронта берда, смещение фронта берда, радиус-вектор батана, угол качания батана, приборная полоска.

Keywords: the slay drive, the slay moving, the slay offset, the radius-vector of slay, the angle of the slay moving, beating up place.

Формирование ткани происходит в ее опушке, положение которой на конструктивно-заправочной схеме ткацкой машины

(КЗС ТМ) изменяется в соответствии с цикловой диаграммой (ЦД) работы зевообразовательного механизма (ЗОМ), подвижного

скала и берда батана. Уточина подводится бердом к опушке ткани и взаимодействует с ним до момента его отрыва от вновь сформированного элемента ткани. Для выявления характера взаимодействия уточины и берда необходимо найти зависимость положения точки контакта берда с уточиной и опушкой ткани от угла качания батана, то есть найти кинематические параметры, характеризующие взаимодействие берда батана с уточной нитью.

Кинематическими параметрами являются:

- перемещение фронта берда по горизонтали ткацкой машины (ГТМ) $S_{БРД}$ (в горизонтальной плоскости) до момента приобья;
- смещение поверхности берда $Z_{БРД}$ (в вертикальной плоскости) относительно ГТМ до момента приобья, мм;

- радиус-вектор батана $\rho_{БАТ}$, мм;

- угол наклона $\psi_{БАТ}$ радиуса-вектора $\rho_{БАТ}$ к оси абсцисс ОХ, град.

Эти параметры определяются кинематической схемой батанного механизма и могут быть представлены как функции угла качания батана $\alpha_{БАТ}$.

На ТМ с разными способами введения утка в зев конструкции батанных механизмов различны [1]. Их кинематические схемы показаны на рис. 1, где: АТ (рис. 1-а), АТПР (рис. 1-б), СТБ (рис. 1-в), СТП и СТР (рис. 1-г). Из рисунков видно, что кинематические схемы различаются по своей структуре (аксиальные, дезаксиальные) и по виду механизма привода (кривошипно-шатунный или кулачковый).

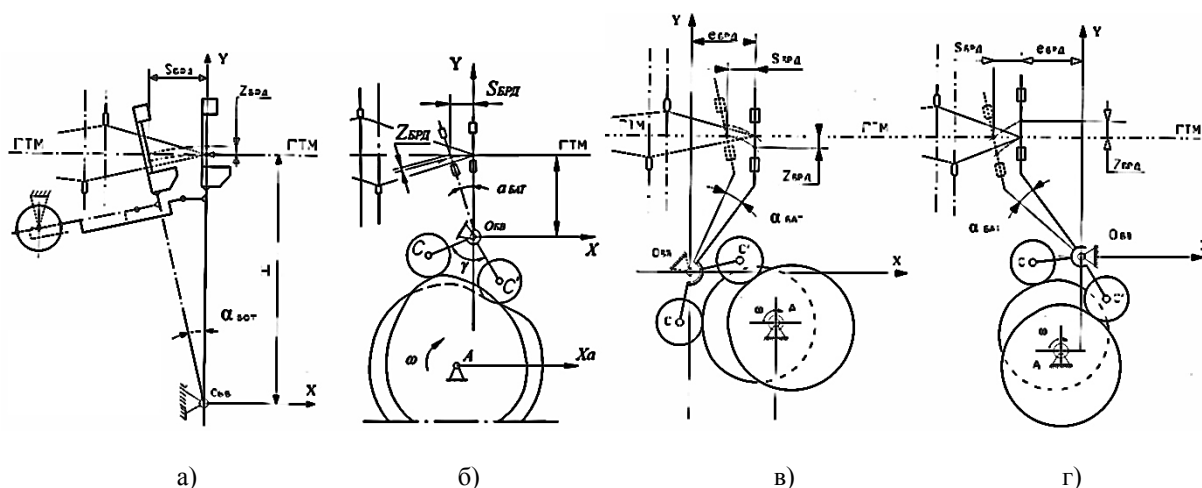


Рис. 1

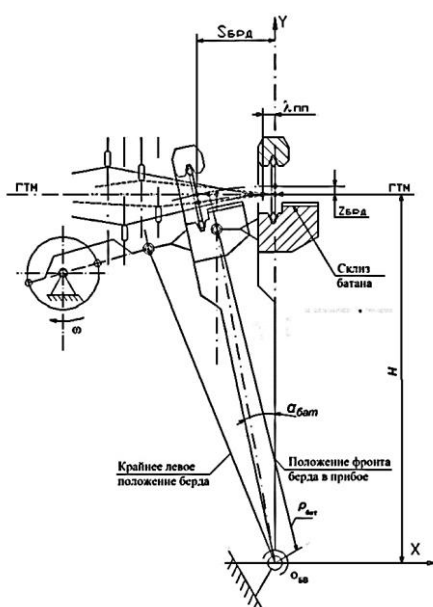


Рис. 2

В батанах ТМ типа АТ и АТПР линия расположения фронта берда совпадает с центром его качания, то есть механизм является аксиальным. В положении приобья у батанов ТМ типа СТБ, СТР и СТП фронт берда не совпадает с осью качания батана, а отстоит от нее на величину $\pm e_{БРД}$, то есть эти механизмы являются дезаксиальными [2], [3].

Рассмотрим перемещение берда батанных механизмов в декартовых координатах с центром $O_{БВ}$ на оси качания батанного вала, причем за начало отсчета примем положение берда при приобье (ось ОУ).

На рис. 2 представлена расчетная схема для определения кинематических параметров батанного механизма ТМ типа АТ. Несмотря на различия в конструкции приводов

батанов ТМ типа АТ и АТПР (АТ имеет кривошипно-шатунный привод, а АТПР – кулачковый), указанные механизмы являются аксиальными и для определения их кинематических параметров можно использовать общую расчетную схему (рис. 2).

Перемещение берда $S_{БРД}$, смещение фронта берда $Z_{БРД}$ и радиус-вектор батана $\rho_{БАТ}$ для ТМ типа АТ и АТПР могут быть вычислены по формулам:

$$S_{БРД} = H \operatorname{tg} \alpha_{БАТ}, \quad (1)$$

$$Z_{БРД} = H \operatorname{tg}(\alpha_{БАТ} / 2) \operatorname{tg} \alpha_{БАТ}, \quad (2)$$

$$\rho_{БАТ} = H / \sin \psi, \quad (3)$$

где H – расстояние между осью качания батанного вала $O_{БВ}$ и ГТМ; $\alpha_{БАТ}$ – угол качания батана.

Значения основных конструктивных параметров ТМ различных типов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Тип ТМ / Параметр	АТ	АТПР	СТБ
H , мм	770	225	170
$\alpha_{БАТ}$, град	10,5	20	24

При значительной величине H и малых углах качания батана $\alpha_{БАТ}$ вышеперечисленные кинематические параметры могут быть вычислены по упрощенным формулам:

$$S_{БРД} = H \alpha_{БАТ}, \quad (4)$$

$$Z_{БРД} = H \alpha_{БАТ}^2 / 2, \quad (5)$$

$$\rho_{БАТ} \approx H. \quad (6)$$

Для ТМ типа АТ величиной $Z_{БРД}$ в расчетах можно пренебречь, так как она меньше средней величины диаметра уточной нити $d_y = 0,15 \dots 1,90$ мм.

Определим значения кинематических параметров $S_{БРД}$, $Z_{БРД}$ и $\rho_{БАТ}$ для дезаксиальных батанных механизмов с положительным дезаксиалом ТМ типа СТБ (рис. 1-в). Расчетная схема для определения кинематических параметров батанного механизма ТМ типа СТБ представлена на рис. 3.

При прокладке уточины бердо выстает под углом $\alpha_{БАТ}$ к вертикали. В начале прибора оно перемещается на угол $\Delta\alpha$, равный $7^\circ 10'$, а в конце прибора занимает вертикальное положение. Точку, лежащую при прокладывании утка на пересечении фронта берда с ГТМ, обозначим A_1 . При повороте берда на угол качания $\alpha_{БАТ}$ точка A_1 проецируется в точку A_2A_1 .

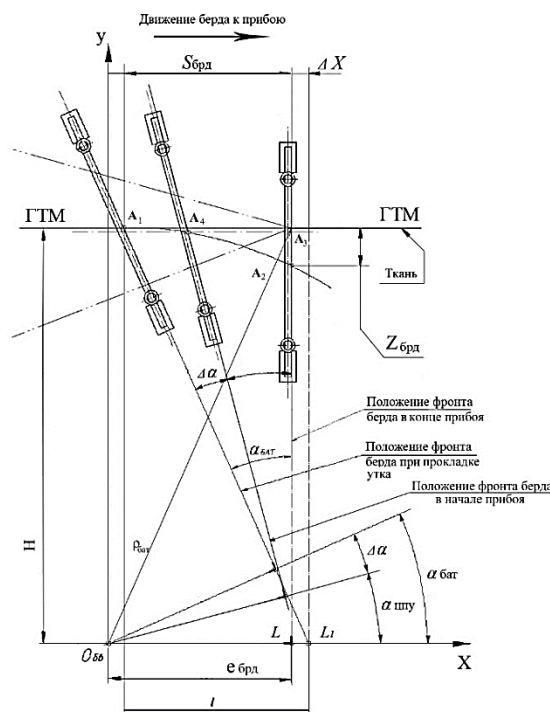


Рис. 3

Точку, лежащую в конце прибора утка на пересечении фронта берда с ГТМ, обозначим A_3 . Точку пересечения фронта берда с ГТМ в момент начала прибора обозначим A_4 . При повороте батана происходит так называемое смещение фронта берда относительно ГТМ на величину $Z_{БРД}$, равную по величине отрезку A_2A_3 . Линия берда при приборе пересекается с осью $O_{БВ}X$ в точке L ,

причем $O_{БВ}L = e_{БВ} = 75$ мм, а при прокладке утка – в точке L_1 . Радиус-вектор батана $\rho_{БВ}$ есть расстояние между осью качания батана $O_{БВ}$ и точкой пересечения фронта берда с ГТМ, причем в процессе движения берда величина радиуса-вектора $\rho_{БВ}$ изменяется: при движении к прибору величина радиуса-вектора батана увеличивается, а при движении от прибора – уменьшается. В расчетную схему (рис. 3) введены также следующие обозначения: H – расстояние от ГТМ до оси качания батана $O_{БВ}$ (табл. 1); ℓ – расстояние между проекцией точки A_1 на ось $O_{БВ}X$ и точкой L_1 пересечения линии фронта берда в крайнем заднем положении с этой же осью; ΔX – расстояние между точками L и L_1 .

Согласно расчетной схеме (рис. 3) перемещение берда $S_{БРД}$ можно определить как:

$$S_{БРД} = \ell - \Delta X, \quad (7)$$

$$\text{где } \ell = H \operatorname{tg} \alpha_{БВ}, \quad \Delta X = e_{БВ} / \cos \alpha_{БВ} - e_{БРД}, \quad (8)$$

отсюда:

$$S_{БРД} = H \operatorname{tg} \alpha_{БВ} - e_{БРД} (1 / \cos \alpha_{БВ} - 1), \quad (9)$$

или

$$S_{БРД}^{+e} = [H - e_{БРД} \operatorname{tg} (\alpha_{БВ} / 2)] \operatorname{tg} \alpha_{БВ}. \quad (10)$$

График зависимости перемещения берда при положительном дезаксиале $S_{БРД}^{+e}$ от угла качания батана $\alpha_{БВ}$ на интервале от 0 до 24° показан на рис. 4-а (линия 1) и представляет собой линейную зависимость, которую для упрощения расчетов аппроксимируем полиномом вида:

$$S_{БРД}^{+e} = 0,278 + 2,843 \alpha_{БВ}. \quad (11)$$

Представляет интерес характер изменения кинематических параметров в приборной полоске. Для ТМ типа СТБ, СТП и СТР (рис. 1-в,г) величина приборной полоски лежит в пределах (0,3÷13,0) мм, что соответствует изменению угла качания батана от 0 до $4,4^\circ$. На рис. 4-б (линия 1) представлен график зависимости перемещения берда

$S_{БРД}^{+e}$ от угла качания батана $\alpha_{БВ}$ на интервале от 0 до 5° , который можно аппроксимировать линейным полиномом вида:

$$S_{БРД}^{+e} * = 0,038 + 2,917 \alpha_{БВ}. \quad (12)$$

Определим величину смещения фронта берда $Z_{БРД}$ относительно ГТМ ТМ типа СТБ.

Согласно рис. 3 величина $Z_{БРД}$ равна разности

$$H - h,$$

$$\text{где } h = H / \cos \alpha_{БВ} - e_{БРД} \operatorname{tg} \alpha_{БВ}, \quad (13)$$

отсюда

$$Z_{БРД} = e_{БРД} \operatorname{tg} \alpha_{БВ} + H(1 - 1 / \cos \alpha_{БВ}), \quad (14)$$

или

$$Z_{БРД}^{+e} = [e_{БРД} - H \operatorname{tg} (\alpha_{БВ} / 2)] \operatorname{tg} \alpha_{БВ}. \quad (15)$$

График зависимости смещения фронта берда при положительном дезаксиале $Z_{БРД}^{+e}$ от угла качания батана $\alpha_{БВ}$ на интервале от 0 до 24° представлен на рис. 4-а (кривая 2). Рис. 4 – графики зависимостей кинематических параметров батанного механизма ткацкой машины типа СТБ от угла качания батана: а) – на интервале от 0 до 24° ; б) – на интервале от 0 до 5° ; 1 – перемещение берда; 2 – смещение берда; 3 – радиус-вектор батана.

Проведя упрощение расчетной формулы (15) путем аппроксимации кривой 2 (рис. 4-а) на интервале от 0 до 24° угла качания батана полиномом второй степени, получим:

$$Z_{БРД}^{+e} = 0,012 + 1,297 \alpha_{БВ} - 0,024 \alpha_{БВ}^2, \quad (16)$$

а для интервала от 0 до 5° (прибойная полоска) (рис. 4-б, кривая 2):

$$Z_{БРД}^{+e} * = 1,309 \alpha_{БВ} - 0,026 \alpha_{БВ}^2. \quad (17)$$

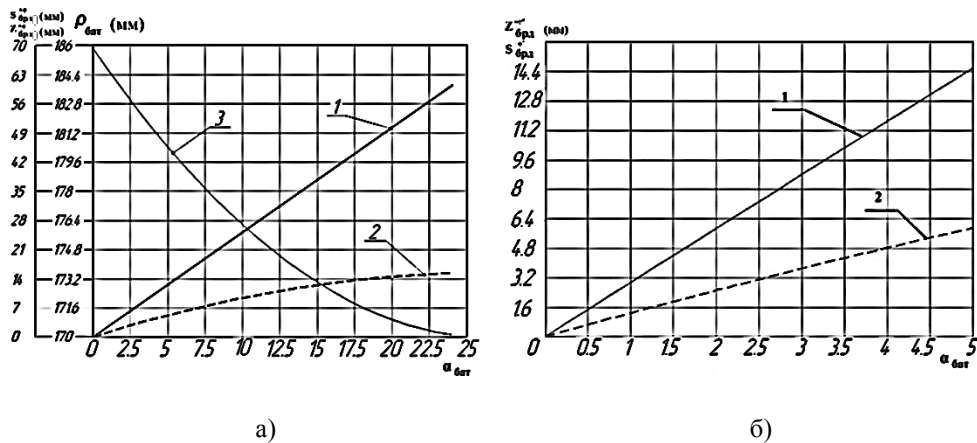


Рис. 4

Величину радиуса-вектора батана при положительном дезаксиале $\rho_{\text{БАТ}}^{+e}$ можно определить как:

$$\rho_{\text{БАТ}}^{+e} = H / \sin \psi^{+e}, \quad (18)$$

$$\text{где } \psi^{+e} = \arctg \left[H / (e_{\text{БРД}} - S_{\text{БРД}}^{+e}) \right]. \quad (19)$$

График зависимости радиуса-вектора от угла качания батана представлен на рис. 4-а (кривая 3), аппроксимируя которую на интервале от 0 до 24° угла качания батана полиномом второй степени, получим:

$$\rho_{\text{БАТ}}^{+e} = 185,798 - 1,186\alpha_{\text{БАТ}} + 0,022\alpha_{\text{БАТ}}^2. \quad (20)$$

Для определения кинематических параметров батанных механизмов ТМ типа СТР и СТП, имеющих отрицательный дезаксиал, рекомендуется использовать следующие зависимости:

$$S_{\text{БРД}}^{-e} = [H - e_{\text{БРД}} \text{ctg}(\alpha_{\text{БАТ}} / 2)] \text{tg} \alpha_{\text{БАТ}}, \quad (21)$$

$$Z_{\text{БРД}}^{-e} = [e_{\text{БРД}} + H \text{tg}(\alpha_{\text{БАТ}} / 2)] \text{tg} \alpha_{\text{БАТ}}, \quad (22)$$

$$\rho_{\text{БАТ}}^{-e} = H / \sin \psi^{-e}, \quad (23)$$

$$\text{где } \psi^{-e} = \arctg \left[H / (e_{\text{БРД}} + S_{\text{БРД}}^{-e}) \right]. \quad (24)$$

Полученные формулы аналитического кинематического расчета взаимодействия качающегося берда батана и уточины позволяют дать процессу образования ткани

качественную характеристику и количественную оценку.

ВЫВОДЫ

1. Для ТМ различных типов получены аналитические кинематические зависимости для определения перемещения фронта берда по горизонтали, смещения поверхности берда относительно горизонтали ткацкой машины, радиуса-вектора батана и угла наклона радиуса-вектора батана к оси абсцисс как функции угла качания батана.

2. Для ТМ типа СТБ получены графические зависимости перемещения фронта берда по горизонтали, смещения поверхности берда относительно горизонтали ткацкой машины и радиуса-вектора батана на интервале от 0 до 24° угла качания батана, а также исследован характер изменения этих параметров в приборной полоске.

3. Анализ графических зависимостей показал, что в батанных механизмах ТМ типа СТБ на интервале от 0 до 24° угла качания батана перемещение фронта берда по горизонтали ТМ носит линейный характер, а смещение поверхности берда и радиус-вектор батана имеют нелинейный вид.

4. Путем аппроксимации графических зависимостей получены упрощенные формулы, позволяющие определить основные кинематические параметры взаимодействия берда и уточины на ТМ типа СТБ в зависимости от угла поворота батана.

1. Малафеев Р.М., Светик Ф.Ф. Машины текстильного производства. – М.: Машиностроение, 2002.
2. Джамай В.В., Дроздов Ю.Н., Самойлов Е.А. и др. Прикладная механика / Под ред. В.В. Джамая. – М.: Дрофа, 2004.
3. Фролов К.В., Попов С.А., Пуш А.В., Мусатов А.К. Теория механизмов и механика машин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1998.

1. Malafeev R.M., Svetik F.F. Mashiny tekstilnogo proizvodstva. – M.: Mashinostroenie, 2002.
2. Dzhamaï V.V., Drozdov Yu.N., Samojlov E.A. i dr. Prikladnaya mehanika / Pod red. V.V. Dzhamaya. – M.: Drofa, 2004.
3. Frolov K.V., Popov S.A., Push A.V., Musatov A.K. Teoriya mehanizmov i mehanika mashin. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Vysshaya shkola, 1998.

Рекомендована кафедрой технологических машин и мехатронных систем. Поступила 22.11.16.

УДК 677.057

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТЫКОВКИ ПАТРУБКА КОНТРОЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ С ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ СОСУДОВ

THE STUDY AND CALCULATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS DOCK PIPE TEST PROBES WITH EXTERNAL SURFACE INDUSTRIAL VESSELS

В.В. СМЕЛЬСКИЙ, А.С. РАЗУМОВ
V.V. SMELSKI, A.S. RAZUMOV

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: valer.smelsky@yandex.ru

В статье рассмотрен технологический процесс стыковки геометрических размеров патрубков для крепления адаптеров датчиков контроля с обечайкой промышленных сосудов, работающих под давлением при их изготовлении. Расчетно-графическим способом выбираются рациональные размеры величины зазоров при стыковке монтажного конуса с изогнутой наружной поверхностью и предлагается унификация типоразмеров монтажных конусов для всего диапазона диаметров выпускаемых предприятием промышленных сосудов.

In this article, we examine the technological process of connection of geometrical sizes of fittings for mounting of the adapters of controlling sensors with the industrial tank shell rings, which are operating under high pressure. We use calculations and graphics to choose the rational sizes of gaps, which occur during the connection of mounting cone with the curved external surface. We also propose a unification of dimension types of mounting cones for all available diameters of industrial tanks.

Ключевые слова: аппараты, промышленные сосуды, контроль технологического процесса, датчик контроля, адаптер, контрольные точки, типы датчиков, диаметр обечайки сосудов, размеры монтажного конуса, герме-

тичность соединения, сектор изгиба обечайки, параметры стыковки с обечайкой, наружная тепловая изоляция, унификация типоразмеров конуса.

Keywords: devices, industrial tank, controlling of technological process, controlling sensor, adapter, test points, sensor types, tank shell ring diameter, mounting cone size, connection hermeticity, shell ring curving sector, parameters of connection with shell ring, external heat isolation, mounting cones dimension types unification.

В текстильной промышленности широкое распространение получили аппараты (сосуды с герметическим исполнением) периодического действия, предназначенные для химической обработки под давлением льняной ровницы и пряжи (типа АКДН), аппараты для сушки пряжи под давлением (типа СКД), машины эжекторные для промывки, беления, крашения ткани в жгуте под давлением (типа ЭКБ). Аппараты, работающие под давлением, широко используются в пищевой, химической, медицинской и парфюмерно-косметологической промышленности [1].

Ход технологического процесса в головных аппаратах контролируется системой датчиков с креплением в адаптерах, которые устанавливаются в контрольных точках аппарата и в системах трубопроводов. Например, широко используются вибрационные датчики предельного уровня жидкостей в аппаратах или трубопроводах, в том числе и во взрывоопасных зонах при работе в пищевой и фармацевтической промышленности. Для крепления адаптеров в стенках головного аппарата вырезается отверстие и в него вваривается патрубок (монтажный конус), размеры которого зависят от наружного диаметра обечайки аппарата и диаметра фланца адаптера.

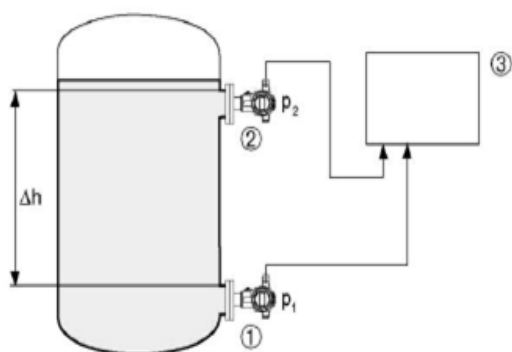


Рис. 1

На рис.1 (схема расположения контрольных точек для измерения и регулирования плотности рабочего раствора: 1 и 2 – нижняя и верхняя контрольные точки, 3 – модуль обработки сигналов) представлена схема точек монтажа датчиков в контрольных зонах рабочей емкости для замера плотности рабочего раствора. Плотность вычисляется модулем 3 обработки сигналов (PLC) на основе измеряемой разности давлений между двумя контролируемыми точками 1 (p_1) и 2 (p_2) и известного расстояния по высоте Δh .

Наиболее используемым типом датчика является датчик гидростатического давления Deltapilot S FMB70, представленный на рис. 2. Датчик предназначен для измерения гидростатического давления в жидких и пастообразных средах в любых технологических областях, с любыми технологиями измерения параметров процессов, в фармацевтической и пищевой промышленности, а также для измерения уровня, объема и массы жидкостей [2].

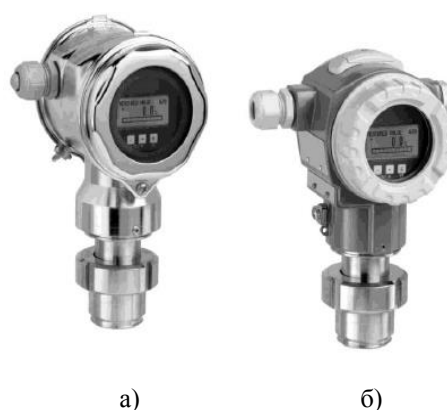


Рис. 2

Герметичность монтажного соединения данного датчика с работающим под давлением аппаратом, обеспечивается сле-

дующими типами адаптеров, выполненных в виде приварного патрубка (бобышка с диаметром фланца $d=60$ мм и $d=52$ мм) или фланца DRD DN50 (диаметром 125 мм).



а) б)

Рис. 3

На рис. 3 представлены наиболее часто используемые типы адаптеров: а) – бобышка G1 (диаметр $d=60$ мм) и RD52 (диаметр $d=52$ мм); б) – приварной фланец DRD DN50 (диаметр 125 мм) (Deltapilot S FMB70): а) – для монтажа в стенках сосудов, б) – для монтажа в системах трубопроводов.

Размеры монтажного конуса, ввариваемого в стенки сосудов для стыковки с приварным фланцем, напрямую зависит от диаметра (рис. 3-а) привариваемого к нему адаптера, а применение промышленных сосудов с наружными диаметрами от наименьшего до наибольшего размера вызывает изменение сектора дугового изгиба обечайки. Кроме того, геометрические размеры монтажного конуса по его высоте H в месте соединения с обечайкой сосуда связаны с необходимостью обеспечения тепловой изоляции внешней поверхности сосуда.

Накатка секторной дуги монтажного конуса для всего типоразмера аппаратов является затратной операцией, и требуется унификация и сокращение их типоразмеров. В табл. 1 даны геометрические параметры диаметров сосудов, монтажного конуса и наружной тепловой изоляции.

Т а б л и ц а 1

Диаметр корпуса сосуда, мм	Внутренний диаметр монтажного конуса, мм	Наружный диаметр монтажного конуса, мм	Толщина изоляции, мм
1060	150	190	50
1554	150	180	50
2410	200	260	50
2610	150	200	50
1200	150	200	80
1400	150	200	80
2300	150	200	80
2445	150	205	80
1615	194	250	100
1710	150	200	100
2000	150	250	100
2110	200	250	100

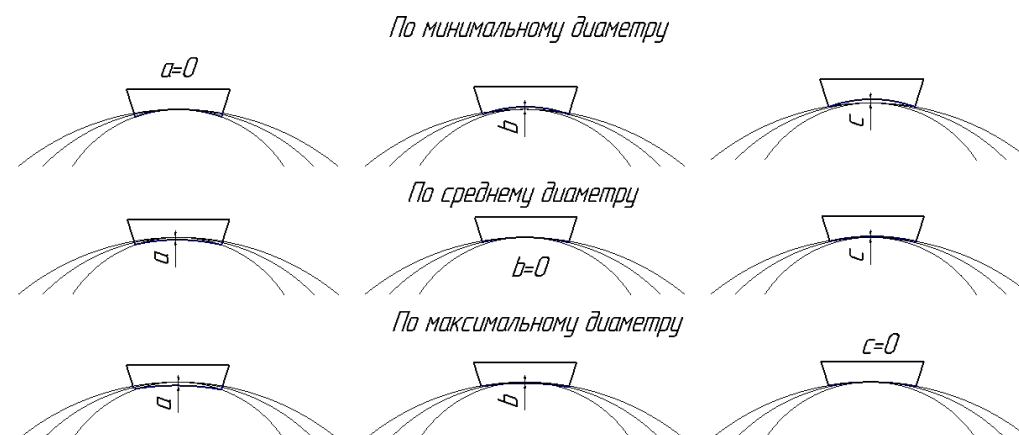


Рис. 4

С использованием программы "Mathcad" были просчитаны геометрические параметры стыковки конуса с наружной поверхностью всех типоразмеров сосудов и исследованы зазоры монтажных конусов в зависимости от радиуса округления (минимальному, среднему, максимальному диаметру корпуса) каждой группы в программе "КОМПАС 3D".

На схеме расчетов геометрических параметров (рис. 4) приняты следующие обозначения: а – зазор по минимальному диаметру, b – зазор по среднему диаметру, с – зазор по максимальному диаметру [3]. Самым наилучшим вариантом является скругление внутреннего диаметра монтажного конуса по среднему диаметру (b=0), так как зазоры не превышают допустимого значения. Осуществлены расчеты величины зазора по следующим формулам:

$$h = r - \sqrt{r^2 - \frac{d^2}{4}},$$

где r – радиус корпуса; d – внутренний диаметр монтажного конуса. Значения величины зазоров в пределах максимальной и минимальной величин определяются как разность:

$$\Delta_{\max} = h_1 - h_2,$$

$$\Delta_{\min} = h_2 - h_3.$$

Пример. Проведем расчет для группы №3 и полученные результаты сведем в табл. 2.

Группа №3.

Внутренний диаметр монтажного конуса d=175 мм.

Диаметр корпуса 1500 мм: h₁ = 5,122 мм,

Диаметр корпуса 1750 мм: h₂ = 4,386 мм,

Диаметр корпуса 2000 мм: h₃ = 3,836 мм.

Расчетная величина максимальной величины и минимальной величины зазоров составляет следующие значения: Δ_{max} = 0,74 мм и Δ_{min} = -0,55 мм.

Полученные в результате расчета величины зазора сведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

№ группы	Диапазон наружного диаметра обечайки, мм	Скругление внутреннего диаметра конуса, мм	Расчетная величина зазора, мм	
			Δ _{max}	Δ _{min}
1	1000-1125-1250	1125	0,87	-0,69
2	1250-1375-1500	1375	0,56	-0,47
3	1500-1750-2000	1750	0,74	-0,55
4	2000-2250-2500	2250	0,43	-0,34
5	2500-2750-3000	2750	0,28	-0,23

Для оборудования, работающего под давлением, любые зазоры недопустимы [4]. При помощи сварки монтажный конус проваривается по всему периметру. Как видно из табл. 2, зазоры не превышают 1 мм, что соответствует ГОСТ 14771–76 [5, с.11, табл. 9].

На рис. 5 (расчетная схема соединения монтажного конуса с наружной поверхностью сосуда: 1 – обечайка; 2 – монтажный конус; 3 – кожух изолирующий; 4 – наружная тепловая изоляция) представлена схема соединения монтажного конуса с сосудом и представлены обозначения диаметров конуса и зазоров в месте стыковки, расчетные значения которых позволяют выбрать варианты унификации их типоразмеров. В целях сокращения типоразмеров проведена

унификация геометрических параметров монтажных конусов.

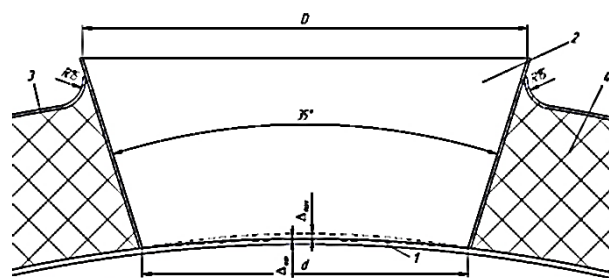


Рис. 5

Конструктивное решение геометрических параметров стыковки монтажного конуса с наружной поверхностью обечайки обосновано в соответствии с ГОСТ Р 52630–2012 п.6.9.6 "Сосуды и аппараты

стальные сварные". Установлено: Расстояние между краем шва приварки внутренних и внешних устройств и деталей, краем ближайшего шва корпуса должно быть не менее толщины стенки корпуса, но

не менее 20 мм.

В табл. 3 сведены унифицированные геометрические параметры монтажных конусов.

Т а б л и ц а 3

№ группы	Толщина наружной тепловой изоляции, мм					
	50		80		100	
	D, мм	H, мм	D, мм	H, мм	D, мм	H, мм
1	220,5	66	238,7	94	250,6	112
2	220,7	67	239,0	96	251,0	115
3	221,0	69	239,4	98	251,6	116
4	221,2	70	239,9	100	252,1	119
5	221,4	71	240,0	101	252,2	120

Предложено техническое обозначение унифицированных монтажных конусов:

КМД – 3 – 1375 – 80, где КМД – аббревиатура: конус монтажный датчика; 3 – номер группы, 1375 – диаметр скругления конуса, мм; 80 – толщина наружной тепловой изоляции, мм.

ВЫВОДЫ

1. Для упрощения процесса изготовления и сокращения себестоимости проведены исследования и расчет параметров рабочих конусов для монтажа датчиков в сосудах, работающих под давлением, в диапазоне всех выпускаемых типоразмеров.

2. Расчетные параметры соединения подтверждают надежность сварного крепления сосуда для обеспечения требований надежности соединения при выполнении технологических операций под давлением при цикличности действующих нагрузок в процессе изменения давления технологических процессов.

3. Рекомендованы 5 групп унифицированных монтажных конусов с учетом каждой из толщин наружной тепловой изоляции рабочих типоразмеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. О производстве ОАО "Цвет". Оборудование для текстильной продукции. Сайт предприятия: donishki.cwet.ru»o-kompanii.html.

2. Техническое описание Deltapilot S FMB70. Гидростатическое измерение уровня. Датчик давления с измерительной ячейкой CONTITETM. www.endress.nt – rt.ru.

3. Журных Б.Г., Серёгин В.И., Шарикян Ю.Э. Начертательная геометрия / Под общ. ред. В.И.Серегина – 1-е изд. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.

4. Документы межотраслевого применения по вопросам промышленной безопасности и охраны недр: ПБ 03-576-03. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

5. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями № 1,2,3) – Взамен ГОСТ 14771–69. Введен с 01.07.77. – М.: Стандартинформ, 2007.

REFERENCES

1. O proizvodstve OAO "Cvet". Oborudovanie dlya tekstilnoj produkcii. Sajt predpriyatiya: donishki.cwet.ru»o-kompanii.html.

2. Tehnicheskoe opisanie Deltapilot S FMB70. Hidrostaticheskoe izmerenie urovnya. Datchik davleniya s izmeritelnoj yachejkoj CONTITETM. www.endress.nt – rt.ru.

3. Zhirnyh B.G., Seryogin V.I., Sharikyan Yu.E. Nachertatel'naya geometriya / Pod obsh. red. V.I.Seregina – 1-e izd. – M. : Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2015.

4. Dokumenty mezhotraslevogo primeneniya po voprosam promyshlennoj bezopasnosti i ohrany nedr: PB 03-576-03. Pravila ustrojstva i bezopasnoj ekspluatatsii sudosudov, rabotayushih pod davleniem.

5. GOST 14771–76. Dugovaya svarka v zashitnom gaze. Soedineniya svarnye. Osnovnye tipy, konstruktivnye elementy i razmery (s Izmeneniyami № 1,2,3) – Vzamen GOST 14771–69. Vveden s 01.07.77. – M.: Standartinform, 2007.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 14.10.16.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОГРАММАТОРА
РЕМИЗОПОДЪЕМНЫХ КАРЕТОК
НА СКОРОСТНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ТКАЦКИХ МАШИН**

**RESEARCH OF A DOBBY PATTERN MECHANISM
FOR VELOCITY CAPABILITY OF LOOMS**

В.А. ГРИГОРЬЕВ, В.И. ТЕРЕНТЬЕВ
V.A. GRIGOREV, V.I. TERENCEV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: homo_87@mail.ru

Статья содержит исследования влияния программатора ремизоподъемной каретки со встречным движением силовых звеньев на скоростные возможности ткацкой машины. В качестве показателя влияния программатора на скорость ткацкой машины было выбрано время на установление полного расцепления крючков баланса с управляющими крючками управляющей секции механизма программатора. Время полного расцепления определялось на основе уравнений движения управляющего крючка и управляющего рычага управляющей секции программатора.

This paper relates to dobby pattern mechanism influence on loom velocity for dobbies wherein force-bearing links move towards each other. As a pattern mechanism velocity factor the time period for complete disengagement between swinging lever hooks and controlling hooks of control section of the pattern mechanism. This time period is calculated using differential motion equation for the controlling hooks and swinging lever hooks.

Ключевые слова: крючок, программатор, ремизоподъемная каретка, ткацкая машина.

Keywords: hook, pattern mechanism, dobby, loom.

В настоящее время широкое применение на скоростных ткацких машинах при выработке тканей мелкоузорчатых переплетений нашли ротационные ремизоподъемные каретки и каретки со встречным движением силовых звеньев. Последние обладают значительным преимуществом за счет использования надежных и конструктивно более простых программирующих устройств, что повышает экономическую эффективность их эксплуатации в производстве [1].

Одним из основных факторов, определяющих скоростные возможности ткацких машин с ремизоподъемными каретками, в которых используются механизмы про-

граммирования, является время, необходимое для подготовки работы силового механизма каретки в фазе активного перемещения ремизки. В качестве управляющего сигнала применяются силовые импульсы со стороны колышков, установленных на барабанчике в соответствии с рисунком переплетения, или со стороны ножей, взаимодействующих с системой горизонтальных и вертикальных игл, контактирующих (прошупывающих) с перфокартами или перфолентами. На ротационных каретках используются электронные средства управления рисунком переплетения.

В частности, для ткацких машин с негативными ремизоподъемными каретками (со встречным движением силовых звеньев) Stäubli тип 2500 (Швейцария) [2] и ее отечественного аналога каретки КСН-12

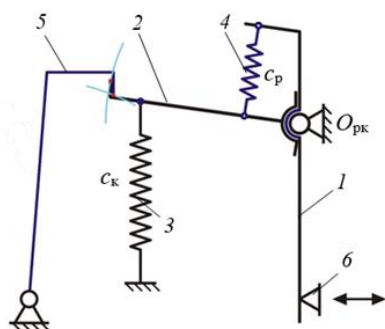


Рис. 1

На рис. 1 показана схема управляющей секции программатора во взаимодействии с крючком баланса, а на рис. 2 – схема для расчета динамики работы управляющей секции программатора (m_p – масса управляющего рычага; m_k – масса управляющего крючка; P_p – сила тяжести рычага; P_k – сила тяжести крючка; l_p – плечо момента силы пружины рычага; $F_{ук}$ – сила пружины управляющего крючка; l_k – плечо момента силы пружины управляющего крючка; l_{rp} – плечо момента силы тяжести рычага; $l_{рк}$ – плечо момента силы тяжести крючка; $F_{рк}$ – сила пружины рычага; $l_{рк}$ – плечо момента силы $F_{рк}$). Исполнительные звенья программатора показаны в положении при взаимодействии крючков управляющей секции программатора с крючком баланса.

В процессе зацепления крючков 2 и 5 колышек 6 воздействует, как показано на рис. 1, например, на плечо-щуп управляющего рычага 1, заставляя поворачиваться рычаг и одновременно вызывая поворот крючка 2 через пружину 4. Процесс раздельного движения крючка 2 и рычага 1 происходит до их контакта на угле, после чего они двигаются совместно, растягивая пружину 3 управляющего крючка. При таком установлении зацепления крючков пружина 4 надежно удерживает крючки в зацеплении.

Оценим скорость ткацкой машины по времени полного расцепления управляю-

скоростные возможности ткацкой машины определяются временем на установление полного расцепления крючков баланса с управляющими крючками управляющей секции механизма программирования.

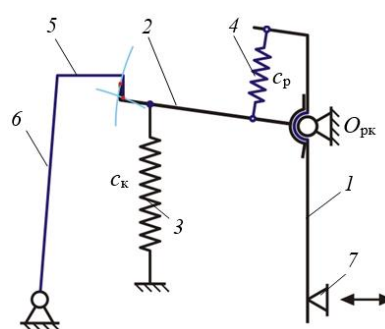


Рис. 2

щего крючка программатора с крючком баланса в рамках отведенного цикловой диаграммой времени выстоя ремизки.

Рассмотрим динамику работы управляющей секции.

Расчет проведен при следующих массовых и геометрических параметрах составных элементов системы:

момент инерции управляющего рычага

$$J_p = 0,00054 \text{ кг}\cdot\text{м}^2,$$

момент инерции управляющего крючка

$$J_k = 0,00025 \text{ кг}\cdot\text{м}^2,$$

$$\begin{aligned} m_p &= 0,111 \text{ кг}; m_k = 0,054 \text{ кг}; \\ c_p &= 8380 \text{ Н/м}; c_k = 1920 \text{ Н/м}; \\ l_{rp} &= 0,0115 \text{ м}; l_{рк} = 0,024 \text{ м}; \\ l_{рк} &= 0,050 \text{ м}; l_p = 0,034 \text{ м}; l_k = 0,070 \text{ м}. \end{aligned}$$

Определим углы $\alpha_{рс}$ и $\alpha_{кс}$ поворота рычага и крючка соответственно, при которых начинается их совместное движение в верхнее рабочее положение (зацепление) при полном ходе конца управляющего крючка ($s = 0,012$ м). Эти углы определим из равенства моментов сил пружин рычага и крючка относительно оси поворота $O_{рк}$, соответствующих ходу конца управляющего крючка, равным 0,003 м, что соответствует $\alpha_{кс} = 0,035294$ рад. Для данного положения крючка и рычага

можно записать уравнение, связывающее эти углы:

$$\alpha_{pc} \approx \alpha_{kc} \frac{c_p \ell_p^2 + c_k \ell_k^2}{c_p \ell_p^2}, \alpha_{pc} = 0,069570 \text{ рад.}$$

Угол поворота совместного движения крючка и рычага при перемещении конца крючка 0,008 м будет составлять $\alpha_{0кр} = 0,105882$ рад. Соответственно полные углы поворота рычага и крючка будут: $\alpha_{0р} = 0,175452$ рад и $\alpha_{0к} = 0,141176$ рад.

После расцепления крючок и рычаг управляющей секции движутся под действием сил тяжести. Перемещения вниз крючка и рычага будут описываться системой двух уравнений движения:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\alpha}_p + k_1 \alpha_p - k_1 \alpha_k - R_p &= 0, \\ \ddot{\alpha}_k - k_2 \alpha_p + (k_2 + k_3) \alpha_k - R_k &= 0, \end{aligned} \right\} (1)$$

$$\text{где } k_1 = \frac{c_p \ell_p^2}{J_p}, k_2 = \frac{c_p \ell_p^2}{J_k}, k_3 = \frac{c_k \ell_k^2}{J_k};$$

$$R_p = \frac{c_p \ell_p^2 (\alpha_{0р} - \alpha_{0к}) + m_p g \ell_{pp}}{J_p};$$

$$R_k = \frac{c_p \ell_p^2 (\alpha_{0р} - \alpha_{0к}) + c_k \ell_k^2 \alpha_{0к} + m_k g \ell_{pk}}{J_k}.$$

Анализ перемещений рычага и крючка в соответствии с системой уравнений движения (1) показал, что они движутся вниз в постоянном контакте до момента установившегося положения на его опоре под действием силы пружины крючка. Пружина рычага после этого доводит его до исходного положения взаимодействия с кольшком барабанчика. Таким образом, для оценки динамики работы программатора при расцеплении звеньев достаточно уравнения совместного перемещения управляющих рычага и крючка.

Уравнение совместного движения крючка и рычага без учета сопротивления сил трения на оси вращения имеет вид:

$$J_{рк} \ddot{\alpha}_{рк} - c_k \ell_k^2 (\alpha_{0к} - \alpha_k) - m_{рк} g \ell_{рк} = 0. (2)$$

После преобразований уравнение (2) можно записать в виде:

$$\ddot{\alpha}_{рк} + k_1^2 \alpha_{рк} - R_{рк} = 0, (3)$$

$$\text{где } k_1^2 = \frac{c_k \ell_k^2}{J_{рк}} \text{ и } R_{рк} = \frac{c_k \ell_k^2 \alpha_{0к} + m_{рк} g \ell_{рк}}{J_{рк}}.$$

Для решения полученного дифференциального уравнения движения сделаем следующую подстановку:

$$k_1^2 \alpha_{рк} = k_1^2 \beta + R_{рк},$$

откуда

$$\alpha_{рк} = \beta + \frac{R_{рк}}{k_1^2}. (4)$$

После однократного и двукратного дифференцирования уравнения (4) получим: $\dot{\alpha}_{рк} = \dot{\beta}$ и $\ddot{\alpha}_{рк} = \ddot{\beta}$. Подстановка новой переменной в (3) приводит к уравнению $\ddot{\beta} + k_1^2 \beta = 0$, решением которого будут два комплексных сопряженных корня: $\beta_1 = k_1 i$ и $\beta_2 = -k_1 i$.

Общий интеграл этого уравнения имеет вид:

$$\beta = A \cos k_1 t + B \sin k_1 t, (5)$$

откуда

$$\dot{\beta} = -k_1 A \sin k_1 t + k_1 B \cos k_1 t. (6)$$

Постоянные интегрирования определяем из начальных условий движения. В момент начала расцепления имеем: $t_0 = 0$, $\alpha_{0рк} = 0$, $\dot{\alpha}_{0рк} = 0$.

Из уравнения (3) и первой производной $\dot{\beta}$ следует, что в начальный момент движения управляющего рычага с крючком

$$\beta_0 = -\frac{R_{рк}}{k_1^2} \text{ и } \dot{\beta}_0 = 0.$$

Тогда из уравнения (5) получим:

$$-\frac{k_2}{k_1^2} = A \cos k_1 \cdot 0 + B \sin k_1 \cdot 0,$$

откуда:

$$A = -\frac{k_2}{k_1^2}.$$

Из уравнения (6) получим:
 $0 = -k_1 A \sin k_1 \cdot 0 + k_1 B \cos k_1 \cdot 0$, откуда

$$B = 0.$$

При найденных постоянных A и B интегрирования уравнение движения примет вид:

$$\beta = -\frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} \cos k_1 t. \quad (7)$$

Возвращаясь к исходной переменной $\alpha_{\text{рк}}$, получим из (4) уравнение, описывающее движение управляющего рычага с крючком:

$$\alpha_{\text{рк}} = \frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} - \frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} \cos k_1 t,$$

или

$$\alpha_{\text{рк}} = \frac{R_{\text{рк}}}{k_1^2} (1 - \cos k_1 t). \quad (8)$$

$$t_{\text{ук}} = \frac{1}{109,13} \arccos \left(1 - \frac{11908,86}{1730,42} \cdot 0,105882 \right) = 0,0119 \text{ с}.$$

Время до установления управляющего крючка на опору $t = 0,0141 \text{ с}$ (при $\alpha_{0\text{к}} = 0,141176 \text{ рад}$).

Скоростные возможности ткацкой машины определяются временем $t_{\text{кб}}$ выстоя крючка баланса в период переключения программы смены зева из условия:

$$t_{\text{кб}} \geq t_{\text{ук}}.$$

Для геометрических и массовых параметров рассматриваемой системы звеньев управляющей секции время выстоя крючка баланса определяется из соотношения:

$$\alpha_{\text{вб}} = t_{\text{кб}} \cdot \omega_{\text{гл.в.}}$$

Значение $\alpha_{\text{вб}}$ составляет $43,2^\circ$ и $67,68^\circ$ при скорости n главного вала соответственно 500 и 800 мин^{-1} .

Решая полученное тригонометрическое уравнение относительно t , находим:

$$t = \frac{1}{k_1} \arccos \left(1 - \frac{k_1^2}{R_{\text{рк}}} \alpha_{\text{рк}} \right). \quad (9)$$

Рассчитаем время, необходимое для полного расцепления управляющего крючка с крючком баланса на первом этапе движения, соответствующего углу поворота крючка с рычагом $\alpha_{0\text{рк}} = 0,105882 \text{ рад}$ и полном угле поворота крючка $\alpha_{0\text{рк}} = 0,141176 \text{ рад}$.

Вычислим значения коэффициентов:

$$k_1^2 = \frac{c_{\text{к}} I_{\text{к}}^2}{J_{\text{рк}}} = 11908,86, \text{ с}^{-2}; \quad k_1 = 109,13 \text{ с}^{-1};$$

$$R_{\text{рк}} = \frac{c_{\text{к}} \ell_{\text{к}}^2 \alpha_{0\text{к}} + m_{\text{рк}} g \ell_{\text{рк}}}{J_{\text{рк}}} = 1730,42.$$

Время полного расцепления управляющего крючка с крючком баланса в соответствии с выражением (9) равно:

Необходимый выстой крючка баланса может быть достигнут различными типами приводов силового исполнительного механизма: кулачками с профилями, спроектированными с помощью сплайн-функции, кулачково-дифференциальными или кулисно-дифференциальными механизмами.

В Ы В О Д Ы

Динамика работы программатора является одним из основных факторов, определяющих скоростные возможности ткацких машин с ремизоподъемными каретками со встречным движением силовых звеньев. Предлагаемая оценка времени полного расцепления крючков управляющей секции программатора и крючком баланса силового привода каретки позволяет проводить такую оценку с учетом геометрических и

массовых характеристик управляющей секции и на ее основании определить цикловую диаграмму работы программатора в зависимости от скорости ткацкой машины.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Дицкий А.В.* Основы проектирования машин ткацкого производства / Под общ. ред. А.В. Дицкого – М.: Машиностроение, 1983.

2. Высокопроизводительная ремизоподъемная каретка 2500. Проспект фирмы Stäubli (Швейцария).

R E F E R E N C E S

1. Dickij A.V. Osnovy proektirovaniya mashin tkackogo proizvodstva / Pod obsh. red. A.V. Dickogo – M.: Mashinostroenie, 1983.

2. Vysokoproizvoditelnaya remizopodemnaya karetka 2500. Prospekt firmy Staubli (Shvejcariya).

Рекомендована кафедрой технологических машин и мехатронных систем. Поступила 15.03.17.

УДК 677.021.16

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ
МНОГОКАМЕРНЫХ СМЕШИВАЮЩИХ МАШИН**

**PARAMETRICAL IDENTIFICATION OF TRANSFER FUNCTION
OF THE MULTICHAMBER MIXING CARS**

В.В. ВОЛКОВ, А.Д. СЕМЁНОВ, С.В. ВОЛКОВ, Н.К. ПАКУЛОВА, А.Б. НЕКРАШЕВИЧ
V.V. VOLKOV, A.D. SEMENOV, S.V. VOLKOV, N.K. PAKULOVA, A.B. NEKRASHEVICH

(Пензенский государственный технологический университет,
Ивановский государственный политехнический университет)
(Penza State Technological University,
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: volkovv@penzgtu.ru

Проведена экспериментальная проверка смешивающей способности многокамерной смешивающей машины с различными скоростями выпуска материала из камер и сравнение расчетных и экспериментальных данных процесса смешивания.

An experimental inspection of the mixing ability of the multichamber mixing cars with various speeds of production of material from chambers by comparison of settlement and experimental data of process of mixing is carried out.

Ключевые слова: многокамерная смешивающая машина, динамические характеристики смешивающей машины, окрашенная вискоза, хлопок суровый.

Keywords: multichamber mixing car, dynamic characteristics of the mixing car, painted viscose, cotton severe.

Использование динамических моделей многокамерных смесовых машин и дозирующих устройств для оценивания неравномерности распределения смеси волокон отражено во многих работах отечественных авторов [1...3]. Экспериментальные исследования по оптимизации процесса смешивания волокнистого материала в многокамерных смешивающих машинах представляют интерес как для теории работы смесовой машины, так и для практических целей

выбора оптимальных параметров смешивания в исследуемых машинах.

С целью проверки теоретических результатов, полученных ранее [4], и вычисления параметров: коэффициента передачи k_i и τ_i – передаточной функции смешивающей машины

$$W(p) = \sum_{i=1}^n k_i e^{-p\tau_i} \quad (1)$$

были использованы результаты экспериментальных исследований, полученных при испытаниях многокамерной смешивающей машины МСМ-8.

Для определения параметров математической модели процесса смешивания использовали кинематические параметры

смешивающей машины МСМ-8. В табл. 1 приводится расчет параметров передаточной функции смешивающей машины, число оборотов выпускных валов в камерах, а также результаты экспериментов по определению времени движения материала в камерах машины.

Т а б л и ц а 1

№ камеры	Число оборотов выпускных валов ω , мин ⁻¹	k_i	Эксперимент	Расчет
			τ_i , с	τ_i , с
1	1,687	0,1584	1170	1170,4
2	1,571	0,1475	1257	1256,8
3	1,465	0,1375	1348	1347,7
4	1,364	0,1280	1448	1447,5
5	1,266	0,1188	1560	1559,6
6	1,178	0,1106	1676	1676,1
7	1,098	0,1031	1797	1798,2
8	1,023	0,0961	1930	1930,0

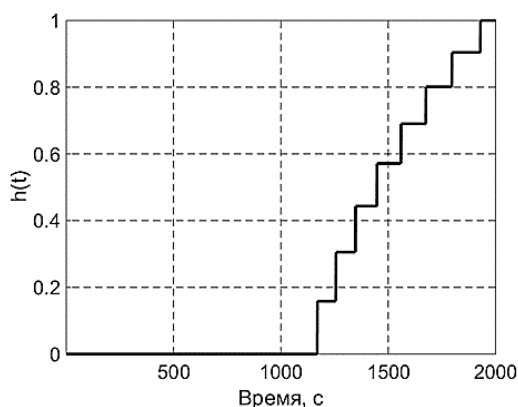
Значение коэффициента передачи i -й камеры рассчитывали по формуле:

$$k_i = \frac{\omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i} \quad (2)$$

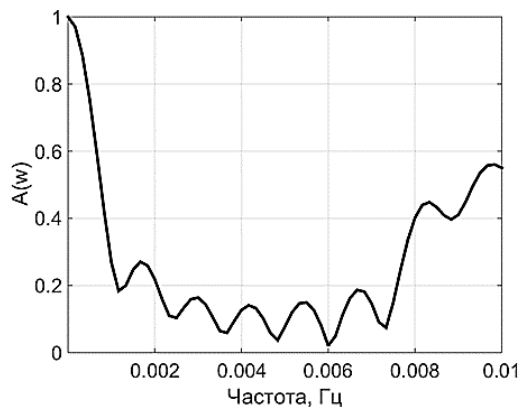
Значение времени нахождения смешиваемого материала в i -й камере рассчитывали как отношение условной высоты машины H к скорости выпуска:

$$\tau_i = \frac{H}{\omega_i}$$

Условная высота машины принята равной 1974,4.



а)



б)

Рис. 1

По данным табл. 1 построена переходная характеристика машины (рис. 1-а) и ее амплитудно-частотная характеристика (рис. 1-б). Как видно из графика (рис. 1-а), переходная характеристика отличается от

линейной, что свидетельствует о неоптимальной настройке машины.

Испытания смешивающей способности МСМ-8 проводили на установке, схема которой приведена на рис. 2.

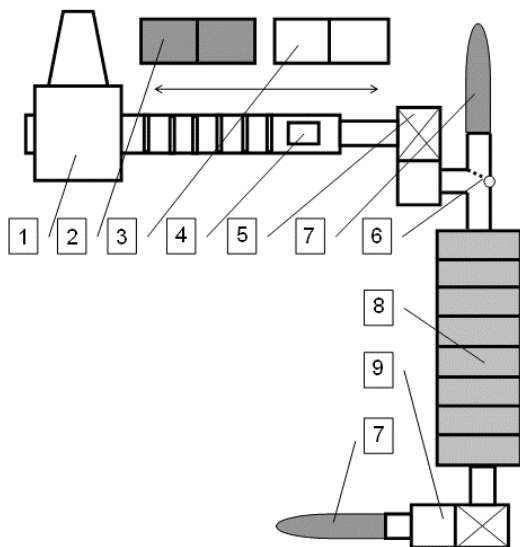


Рис. 2

Установка состоит из автоматического кипного питателя марки АП-18 (1), на рабочей площадке которого установлены ставки кип вискозы лилового цвета (2) и сурового хлопка (3), люка (4), позволяющего загру-

жать волокно непосредственно в пневмопровод, вентилятора (5) подачи хлопка от кипного питателя к многокамерной смешивающей машине (8), клапана переключателя на два положения (6), наполнительных емкостей (7) и вентилятора (9) отвода волокна из смешивающей машины.

Методика проведения эксперимента по определению смешивающей способности заключалась в поочередной подаче в смешивающую машину точно дозированных порций окрашенной вискозы и хлопка. После появления на выходе смешивающей машины смеси волокон проводили дозированный отбор смешиваемых компонентов. Загрузку и выгрузку смешиваемых компонентов проводили через равные промежутки времени.

По результатам экспериментов построены диаграммы изменения загружаемой (а) и выгружаемой (б) из машины массы смешиваемых компонентов, приведенные на рис. 3.

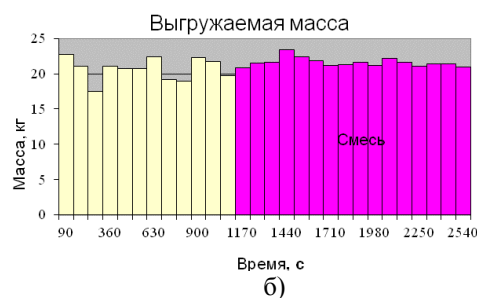
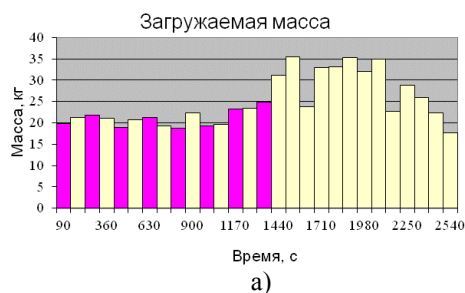


Рис. 3

Полученные пробы смешанных компонентов сортировали по цвету методом ручного разбора. В результате определяли вес компонентов пробы и их процентное содержание в смеси. Данные ручного разбора подвергали статистической обработке с целью исключения грубых ошибок, в резуль-

тате чего были найдены оценки процентного состава лилового компонента на выходе машины, приведенные на рис. 4-а.

На рис. 4 представлено процентное содержание цветного компонента в смеси (а) и спектр частот процентного содержания лилового компонента в смеси (б).

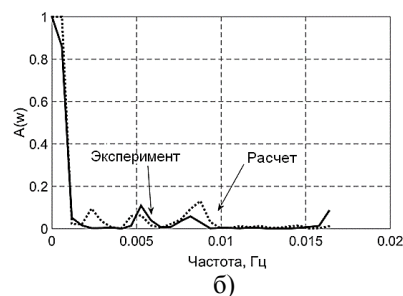
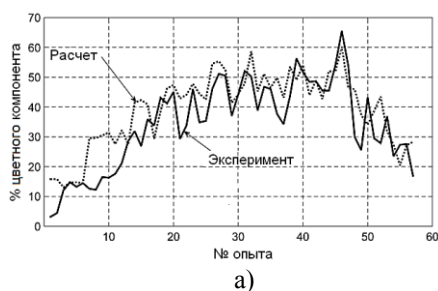


Рис. 4

Далее с использованием загрузочной диаграммы (рис. 1-а) проводили расчет процентного содержания цветного компонента на выходе машины. Для расчета использовали уравнение передаточной функции машины и ее переходную характеристику:

$$y(t) = \sum_{i=1}^n k_i x(t - \tau_i), \quad (3)$$

где $y(t)$ – изменение процентного соотношения одного из компонентов смеси; $x(t - \tau_i)$ – относительный входной сигнал загружаемых масс (диаграмма рис. 3-а), смещенный на величину запаздывания τ_i для i -го бункера и приведенный к их среднему значению.

Сопоставление расчетного и экспериментального графиков свидетельствует о том, что оценка среднего значения процентного состава смещена к нижней границе доверительного интервала, что обусловлено ручной обработкой экспериментальных данных, при которой неизбежно неполное извлечение цветных компонентов из смеси. С учетом полученного смещения была проведена проверка адекватности математической модели по критерию Фишера, которая дала следующие значения этого критерия: $F_{рас}=1,23$; $F_{табл}=1,58$, что позволяет принять гипотезу об адекватности модели.

По реализациям изменения процентного состава цветного компонента (рис. 4-а) был проведен расчет спектра частот этой реализации, показанный на рис. 4-б.

Следует отметить хорошее совпадение этих спектров с расчетной АЧХ, приведенной на рис. 1-б.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный расчет параметров математической модели передаточной функции многокамерной смешивающей машины, заданной в виде передаточной функции по скоростям выпуска материала из камер, и последующая проверка расчетных данных с результатами эксперимента показали хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных.

2. Полученные результаты свидетельствуют об адекватности разработанной математической модели процесса смешивания и позволяют повысить качество работы смешивающих машин данного типа за счет учета дополнительных факторов, например, особенностей взаимодействия клочков смешиваемых материалов, размеров этих клочков, а также регулирования скоростей выпуска из камер по специальному алгоритму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семёнов А.Д., Волков В.В. Математическая модель процесса смешивания // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, № 5. С.24...28.
2. Волков В.В., Семёнов А.Д., Волков С.В., Пакулова Н.К. К вопросу об оптимизации процесса смешивания волокнистого материала в многокамерных смешивающих машинах // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №2. С.113...116.
3. Волков В.В., Авроров В.А. Моделирование технологических операций и разработка конструктивных схем оборудования для хлопкопрядильного производства. – Пенза, Пенз. гос. технолог. акад.: Изд-во ПГТА, 2011.
4. Волков В.В., Семёнов А.Д., Сатаева Р.Ф., Юдина Е.Ю. Стабилизация внутренней неровноты продуктов прядения на основе синхронизации режимов работы кипного питателя и смешивающей машины // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2012, №1. С.34...37.

REFERENCES

1. Semyonov A.D., Volkov V.V. Matematicheskaya model processa smeshivaniya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2003, № 5. S.24...28.
2. Volkov V.V., Semyonov A.D., Volkov S.V., Pakulova N.K. K voprosu ob optimizacii processa smeshivaniya voloknistogo materiala v mnogokamernyh smeshivayushih mashinah // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2015, №2. S. 113...116.
3. Volkov V.V., Avrorov V.A. Modelirovanie tehnologicheskikh operacij i razrabotka konstruktivnyh shem oborudovaniya dlya hlopkopryadilnogo proizvodstva. – Penza, Penz. gos. tehnolog. akad.: Izd-vo PGTA, 2011.
4. Volkov V.V., Semyonov A.D., Sataeva R.F., Yudina E.Yu. Stabilizaciya vnutrennej nerovnoty produktov pryadeniya na osnove sinhronizacii rezhimov raboty kipnogo pitatelya i smeshivayushej mashiny // Izv. vuzov. Tehnologiya legkoj promyshlennosti. – 2012, №1. S.34...37.

Рекомендована кафедрой физики. Поступила 03.07.17.

УДК 621.18.05:681.536

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОТЛА**

**DEVELOPMENT OF DIGITAL SYSTEM MODEL
OF REGULATION OF A POWER COPPER SUPERHEATED
STEAM TEMPERATURE**

С.С. КУЗНЕЦОВ, Е.А. РЫЖКОВА
S.S. KUZNETSOV, E.A. RYZHKOVA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: kuznecovsergej@mail.ru

В статье предложена схема цифровой системы автоматического регулирования температуры перегретого пара энергетического котла на базе закона регулирования ПИД, приведены результаты моделирования цифровой системы.

In article the digital system scheme of automatic control of a power copper superheated steam temperature on the basis of the regulation law PID is offered, results of digital system modeling are given.

Ключевые слова: температура, пароперегреватель, динамическая характеристика объекта, передаточная функция.

Keywords: temperature, superheater, dynamic characteristics of object, transfer function.

Текстильные предприятия и объекты легкой промышленности [1] относятся к энергоемким производствам, так как в большом количестве потребляют пар, горячую и холодную воду, сжатый воздух и электроэнергию. Эффективность использования энергии во многом зависит от уровня автоматизации энергетических объектов, поэтому главной задачей управления теплоэнергетическими процессами в текстильном производстве является оптимизация

режимов производства, распределения и потребления различных видов энергоносителей при обеспечении энергоресурсосбережения. Автоматизация теплоиспользующего оборудования в текстильном производстве обеспечивает не только значительную экономию энергоресурсов, но и оптимальное протекание процессов в текстильном оборудовании.

Автоматическая система регулирования температуры перегрева пара предназначена

для поддержания заданного температурного режима [2] в паровом тракте котла. С этой целью весь паровой тракт котельного агрегата разбивается на ряд участков. На выходе каждого из них должно поддерживаться заданное значение температуры, определенное заводом-изготовителем или наладочной организацией. Для опытной проверки эффекта возрастания температуры пара в промежуточных сечениях пароперегревателя при снижении температуры пара за котлом впрыском исследован тепловой режим пароперегревателя котла ТП-87 при различных нагрузках [3], [4]. Полученные зависимости позволили определить, что температура пара на каждом участке имеет отклонение от задания порядка 20°C, что является показателем малой эффективности существующей системы регулирования. Известно, что для обеспечения надежной и экономичной работы котла и турбины отклонение температуры перегрева от номинального значения на котлах среднего и высокого давлений не должно превышать 10°C [5].

В работе [6] благодаря реализации измерительной схемы экспериментально были получены динамические характеристики пароперегревателя при различных нагрузках и предложено в качестве образцовой зависимости для проведения параметрической идентификации использовать среднеквадратическую характеристику, полученную из общего числа экспериментов. Как показали дальнейшие исследования, математическая модель объекта с передаточной функцией в виде апериодического звена первого порядка с запаздыванием не отвечает физической природе неравновесных режимов теплотехнических объектов управления.

Переходные характеристики реальных объектов управления дифференцируемы, этот факт имеет принципиальное значение при параметрическом синтезе автоматических систем регулирования (АСР) высокой динамической точности – АСР с ПИД – регуляторами. В этом случае необходимы математические модели объекта более высокого порядка. Достаточно простыми и более полно отражающими свойства реальных объектов являются модели второго и третьего порядка с запаздыванием. В связи с этим

проведен сравнительный анализ и выбран "чистый" эксперимент, реализованный при наиболее благоприятных условиях [7], [8]. В ходе проведения параметрической идентификации в среде Matlab степень совпадения исходных и моделируемых данных задана равной 95%. Спрогнозированный результат от интерполяции экспериментальных кривых кубическими сплайнами в процессе идентификации был достигнут и составил степень совпадения 98%.

Особенностью динамических характеристик пароперегревателя при любых возмущениях является наличие запаздывания изменения температуры пара при выходе из пароперегревателя после поступления возмущающего воздействия. Наиболее значительно запаздывание при возмущении теплосодержанием пара на входе в пароперегреватель. Запаздывание объясняется тем, что при снижении температуры пара первые порции охлажденного пара, поступающего в пароперегреватель, нагреваются не только за счет переданного от газов тепла, но и частично за счет тепла, аккумулированного металлом труб пароперегревателя. Время запаздывания и время разгона тем больше, чем больше толщина стенки и длина труб пароперегревателя [5]. Известно, что запаздывание отрицательно сказывается на устойчивости, точности и качестве замкнутой системы [9]. Поэтому для решения указанной проблемы предложенная в работе [10] структурная схема компенсатора Смита в цифровой системе послужила основой для синтеза модели системы регулирования температуры перегретого пара котла. Структурная схема одного из потоков представлена на рис. 1 (структурная схема модели системы регулирования температуры перегретого пара, где $G_0(s)$ – передаточная функция объекта без запаздывания; e^{ts} – передаточная функция звена запаздывания; $G_0^M(z)$ – дискретная передаточная функция объекта без запаздывания; z^{-d} – дискретная передаточная функция звена запаздывания; $R(z), R_1(z)$ – цифровой регулятор; x – желаемое поведение объекта; Saturator – ограничитель амплитуды; Step – ступенчатая переходная функция; y_0, y_1 – выходной сигнал объектов

1 и 2; y – выходной сигнал системы; u, u_1 – управляющее воздействие; e, e_1 – сигнал

ошибки; f – возмущение нагрузкой; f_1 – возмущения топочного режима; f_t – сигнал по отклонению выходной величины).

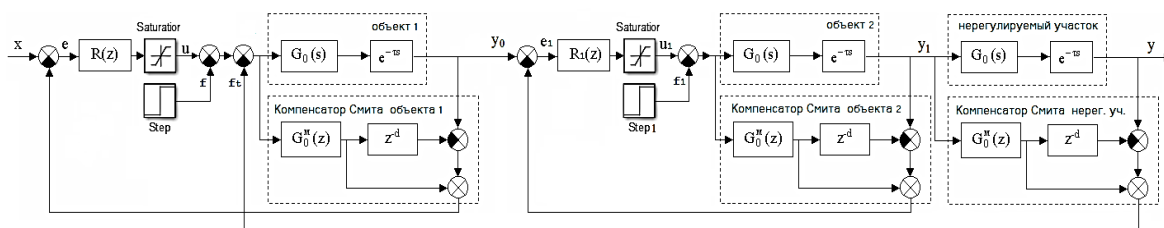


Рис. 1

Параметры ограничителя управляющих воздействий заданы от -5 до +5. Это обусловлено тем, что в реальных условиях аналого-цифровой преобразователь цифрового регулятора получает сигнал ошибки в диапазоне 0...5 мВ. Величина возмущения по нагрузке выбрана равной величине задания, причем сигнал на вход объекта подается не S-образной формы (как в реальных условиях), а в виде единичного ступенчатого воздействия, что является наиболее неблагоприятным условием для качественной работы системы регулирования.

В среде Matlab, используя интерактивный инструмент для моделирования и анализа динамических систем Simulink [11],

найлены параметры цифровых регуляторов, обеспечивающих качественное поддержание температуры пара на выходе каждого объекта регулирования и при поступлении резких отклонений по возмущению. Результаты моделирования представлены в виде графиков переходного процесса $y_0(t)$, $y_1(t)$, $y(t)$ и изменения управляющего воздействия $u(t)$, $u_1(t)$ на рис. 2, 3, 4 (рис. 2 – изменение во времени выходной и управляющей величины объекта 1; рис. 3 – изменение во времени выходной и управляющей величины объекта 2; рис. 4 – переходная характеристика системы регулирования до (1) и после введения обратной связи по выходному параметру (2)).

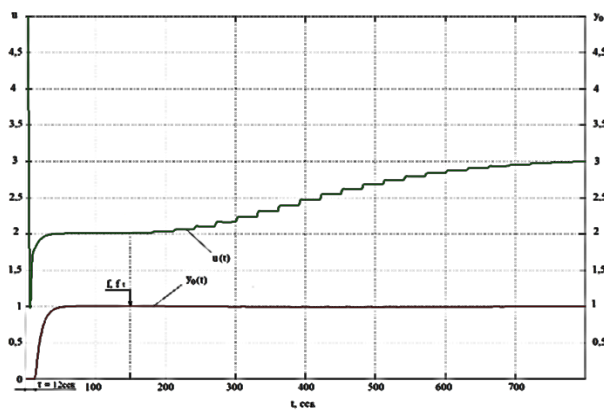


Рис. 2

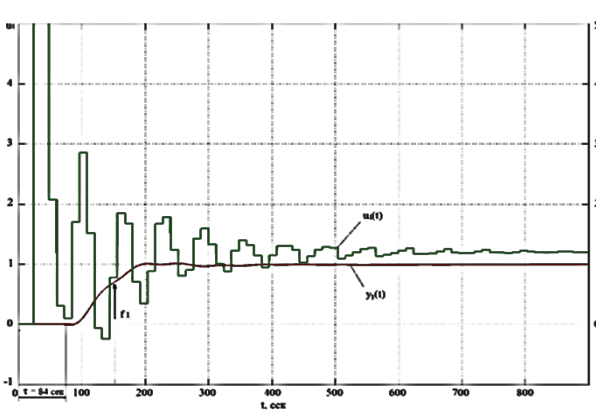


Рис. 3

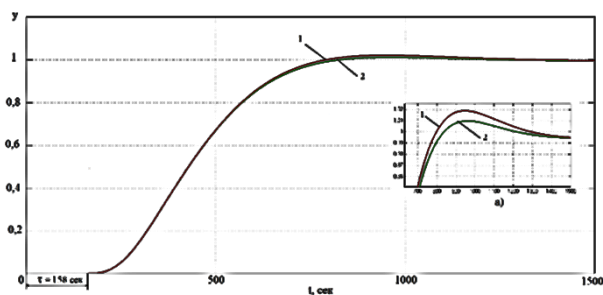


Рис. 4

Время запаздывания определено по экспериментальным данным с высокой степенью точности, так как фиксация параметров велась непрерывно с интервалом 0,5 секунд. В связи с тем, что выходной сигнал объекта управления 1 является входным для объекта управления 2 и т.д., время запаздывания выходной координаты равно сумме величин запаздывания на всех участ-

ках системы. При восстановлении дискретной передаточной функции шаг дискретизации выбирался из условия кратности времени запаздывания с использованием программного обеспечения Matlab. Эквивалентность непрерывной части объекта и дискретной модели доказана графически.

Из рис. 2 и 3 видно, что в момент приложения возмущений f , f_1 регулятор формирует сигнал управления незамедлительно, не допуская выхода параметра из 5%-ной зоны, а подача на порядок меньшего возмущения f_1 не оказывает существенного влияния на процесс управления.

Благодаря введению обратной связи по изменению выходного параметра был достигнут эффект снижения амплитуды и плавности переходной характеристики (рис. 4). Для данного технологического процесса этот факт имеет значение, так как система автоматического регулирования температуры пара должна обеспечивать поддержание температуры пара на выходе пароперегревателя в узких пределах, не допуская отклонения задания выше 5°C.

ВЫВОДЫ

Разработана модель цифровой системы регулирования температуры перегретого пара энергетического котла в среде Matlab, и найдены параметры регуляторов, позволяющие улучшить качественные показатели цифровой системы управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шелудько А.Г., Власенко О.М., Байдова К.В. Автоматическая система регулирования скорости перемещения и натяжения ткани // Дизайн и Технологии. – МГУДТ, 2014, №42. С. 73...80.
2. Шелудько А.Г., Кочеров А.В. Оценка эффективности теплового объекта типа водообогреваемого трубчатого калорифера // Дизайн и Технологии. – МГУДТ, 2014, №39. С. 67...69.
3. Kuznetsov S.S., Sebina L.P., Rizhkova E.A. Regulating steam temperature in drum boilers by means of injection desuperheaters. Initial investigation of the controlled object // Fiber chemistry. – V. 45, №2, 2013. P.114...118.
4. Кузнецов С.С., Себина Л.П., Рыжкова Е.А. Регулирование температуры пара на барабанных котлах путем впрыскивающих пароохладителей. Начало исследования объекта управления // Химические волокна. – 2013, №2. С. 54...58.

5. Липатников Г.А., Гузев М.С. Автоматическое регулирование объектов теплоэнергетики. – Владивосток: Дальневосточный политехн. ин-т им. Куйбышева, 2007.

6. Кузнецов С.С., Рыжкова Е.А. Экспериментальное определение динамических характеристик пароперегревателя парового энергетического котла ТП-87 // Химические волокна. – 2014, №2. С. 60...64.

7. Kuznetsov S.S., Rizhkova E.A. Parametric identification of the reheater of a power-plant boiler in the system that controls steam temperature // Fiber chemistry. – V. 46, №5, 2015. P. 330...335.

8. Кузнецов С.С., Рыжкова Е.А. Параметрическая идентификация пароперегревателя энергетического котла в системе регулирования температуры пара // Химические волокна. – 2014, №5. С. 63...68.

9. Рей У. Методы управления технологическими процессами. – М.: Мир, 1983.

10. Карташов В.Я., Сахнин Д.Ю. Структурно-параметрическая идентификация дискретных моделей объектов с запаздыванием для настройки регуляторов Смита // Изв. Томского политехн. ун-та. – 2007, №5. Том 19...311. С. 23.

11. Самойлова Т.А., Севостьянов П.А., Ветрова О.А., Булыга В.В. Динамическая модель процесса рыхления и очистки волокнистого материала как объекта автоматического управления // Дизайн и Технологии. – МГУДТ, 2014, №40. С. 73...78.

REFERENCES

1. Sheludko A.G., Vlasenko O.M., Bajdova K.V. Avtomaticheskaya sistema regulirovaniya skorosti peremesheniya i natyazheniya tkani // Dizajn i Tehnologii. – MGUDT, 2014, №42. S. 73...80.
2. Sheludko A.G., Kocherov A.V. Ocenka effektivnosti teplovogo obekta tipa vodoobogrevaemogo trubchatogo kalorifera // Dizajn i Tehnologii. – MGUDT, 2014, №39. S. 67...69.
3. Kuznetsov S.S., Sebina L.P., Rizhkova E.A. Regulating steam temperature in drum boilers by means of injection desuperheaters. Initial investigation of the controlled object // Fiber chemistry. – V. 45, №2, 2013. P.114...118.
4. Kuznecov S.S., Sebina L.P., Ryzhkova E.A. Regulirovanie temperatury para na barabannyh kotlah putem vpryskivayushih paroohladitelej. Nachalo issledovaniya obekta upravleniya // Himicheskie volokna. – 2013, №2. S. 54...58.
5. Lipatnikov G.A., Guzev M.S. Avtomaticheskoe regulirovanie obektov teploenergetiki. – Vladivostok: Dalnevostochnyj politehn. in-t im. Kujbysheva, 2007.
6. Kuznecov S.S., Ryzhkova E.A. Eksperimentalnoe opredelenie dinamicheskikh harakteristik paroperegrevatelja parovogo energeticheskogo kotla TP-87 // Himicheskie volokna. – 2014, №2. S. 60...64.
7. Kuznetsov S.S., Rizhkova E.A. Parametric identification of the reheater of a power-plant boiler in the system that controls steam temperature // Fiber chemistry. – V. 46, №5, 2015. P. 330...335.
8. Kuznecov S.S., Ryzhkova E.A. Parametricheskaya identifikaciya paroperegrevatelja energetiches-

kogo kotla v sisteme regulirovaniya temperatury para // Himicheskie volokna. – 2014, №5. S. 63...68.

9. Rej U. Metody upravleniya tehnologicheskimi processami. – M.: Mir, 1983.

10. Kartashov V.Ya., Sahnin D.Yu. Strukturno-parametricheskaya identifikaciya diskretnyh modelej obektov s zapazdyvaniem dlya nastrojki regulyatorov Smita// Izv. Tomskogo politehn. un-ta. – 2007, №5. Tom 19...311. S. 23.

11. Samojlova T.A., Sevostyanov P.A., Vetrova O.A., Bulyga V.V. Dinamicheskaya model processa ryhleniya i ochistki voloknistogo materiala kak objekta avtomaticheskogo upravleniya // Dizajn i Tehnologii. – MGUDT, 2014, №40. S. 73...78.

Рекомендована кафедрой автоматики и промышленной электроники. Поступила 29.02.16.

УДК 69.07

ОЦЕНКА ВЕСОМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАТФОРМЕННОГО СТЫКА ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ СОЕДИНЕНИЯ ПО МЕТОДУ ЛИНЕАРИЗАЦИИ

ASSESSMENT OF PONDERABILITY OF CONSTRUCTIONAL PARAMETERS OF PLATFORM JOINT OF PANEL BUILDINGS ON RELIABILITY OF CONNECTION BY METHOD OF LINEARIZATION

А.Г. ТАМРАЗЯН, Н.В. ФЕДОРОВА, Д.С. ДЕХТЕРЕВ
A.G. TAMRAZYAN, N.V. FEDOROVA, D.S. DEKHTEREV

(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет)
(National Research Moscow State University of Civil Engineering)

E-mail: klynavit@yandex.ru, gbk@mgsu.ru

В ходе проведения исследования платформенных стыков панельных зданий текстильной и легкой промышленности установлено, что наиболее существенный вклад в обеспечение надежности стыкового соединения оказывает ряд параметров, носящих случайный характер. Распределение этих параметров описывается нормальным законом, не имеющим простого численного решения. Для определения вероятности отказа соединения при проведении вероятностных расчетов использован метод линеаризации, в основе которого заложен метод разложения исходной функции в ряд Тейлора. Используя данные ранее полученных исследований, в работе проведена оценка влияния конструкционных параметров горизонтального платформенного стыка панельных зданий на надежность соединения. Определены коэффициенты весомости исследуемых параметров при оценке вероятности отказа стыка. Практическая ценность полученных результатов исследований заключается в повышении надежности узлов сопряжения панелей.

In the process of the study of platform joints of panel buildings of the Textile and Light Industry, it was established that the most significant contribution to the reliability of the joint is provided by a number of parameters which have speciality randomly. The distribution of these parameters is described by a normal principle that does not have a simple numerical solution. To determine the probability of failure of the connection in the conduct of probabilistic calculations, method of linearization is used, which is based on the method of expanding the initial function in a Taylor series. The work assesses the impact of structural parameters of the horizontal platform joint of panel buildings on the reliability of the connection. The coefficients of

ponderability of the investigated parameters are determined in estimating the probability of joint failure. The practical value of the obtained research results is to increase the reliability of the node of interface panel.

Ключевые слова: вероятность отказа, надежность, линейаризация, платформенный стык, функция Лапласа, весомость параметра.

Keywords: probability of failure, reliability, linearization, platform joint, Laplace function, parameters of ponderability.

В настоящее время острой проблемой крупных городов России является реконструкция малоэтажной панельной застройки. Во всех случаях реконструкции и капитального ремонта панельных зданий актуальна задача оценки надежности существующих конструктивных элементов и всего здания в целом. Большая часть элементов панельного здания выполнена в заводских условиях с отлаженной системой операционного контроля [1], [2] и высоким качеством производства. В условиях строительной площадки возможности по оценке качества ограничены. В этом случае наиболее ответственными элементами панельного здания становятся горизонтальные платформенные стыки панелей (рис. 1 – платформенный стык панельных зданий: а) – наружных стен при одностороннем опирании перекрытия, б) – внутренних стен при двустороннем опирании), что требует тщательного анализа их технического состояния при проведении капитального ремонта или реконструкции.

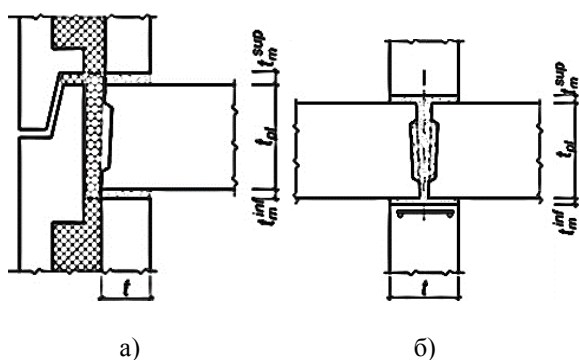


Рис. 1

На несущую способность платформенного стыка влияют несколько конструктивных параметров, в большинстве случаев имеющих случайный характер. При классическом подходе к расчету стыка отклонения

этих параметров контролируются из условия их равнозначности, однако их влияние на надежность соединения неодинаково. Превышение допустимого предела одного из контролируемых параметров не приводит к отказу всего соединения, если другие параметры не имеют существенных отклонений. В то же время даже незначительное одновременное отклонение нескольких параметров в худшую сторону способно привести к разрушению соединения.

Элементы теории надежности были введены в расчетные положения большинства нормативных документов стран Европы и Америки [6], [7]. В данном случае проведение расчетов надежности позволит в полной мере охарактеризовать техническое состояние узла [3...5]. Различные методы расчета надежности для некоторых конструктивных форм приведены в [12], [13].

При проведении обследования существующего панельного здания, как и при проектировании нового, важно понимать весомость изменчивости конструктивных параметров на надежность соединения. Определение параметров, имеющих наибольшее влияние, – важная и актуальная задача для повышения отказоустойчивости и долговечности панельных зданий при их реконструкции и капитальном ремонте.

Оценка весомости конструктивных параметров на надежность соединения в данной работе выполнена на основании вероятностных расчетов с использованием метода линейаризации. Согласно этому методу исходная функция представляется в виде ряда Тейлора. Коэффициенты ряда соответствуют частным производным в окрестностях центра распределения случайных параметров. Частные производные функции по исследуемому параметру соответствуют

коэффициентам весомости изменчивости параметра на общую надежность стыка.

Основные положения по расчету платформенных стыков указаны в [8]. В общем

$$g = N - R_c t d_j = N - R_{bw} \left[1 - \frac{(2 - t_m / b_m) t_m / b_m}{1 + 2R_m / B_w} \right] \left[(b_{pl} - \delta_{pl}) \gamma_{pl} \eta_{pl} / t \right] t d_j, \quad (1)$$

где N – нагрузка на стыковое соединение; t – толщина стенки; d_j – расчетная ширина простенка; t_m – расчетная толщина шва; b_m – расчетная ширина шва; R_m – кубиковая прочность раствора; B_w – класс бетона стены; b_{pl} – суммарный размер платформенных площадок; δ_{pl} – коэффициент, учитывающий возможное суммарное смещение плит перекрытий в стыке относительно их проектного положения; γ_{pl} – коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки конструкций; η_{pl} – коэффициент, зависящий от соотношения расчетных прочностей при сжатии бетона стены R_w и бетона опорных участков перекрытий R_{bp} .

Обозначая: S_N – среднеквадратическое отклонение несущей способности, N и N_0 –

случае выражение для определения резерва прочности горизонтального стыка с двухсторонним опиранием панелей перекрытия можно записать в виде:

нагрузка на стык и несущая способность стыкового соединения, вероятность отказа можно записать в виде:

$$P_f = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \Phi \left[\frac{\bar{N}_0 - N}{S_{\Delta N_0}} \right], \quad (2)$$

где $\Phi(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\beta}^{-\infty} e^{-t^2/2} dt$ – функция Лапласа [9].

В качестве расчетных приняты пять параметров, которые указаны в табл. 1 – исходные случайные данные для вероятностного анализа.

Т а б л и ц а 1

№	Параметр	Математическое ожидание \bar{X}	Среднеквадратическое отклонение S
1	Расчетная толщина шва t_m , мм	20	5
2	Кубиковая прочность раствора R_m , МПа	20	2,7
3	Расчетная прочность бетона стены R_{bw} , МПа	17	2,3
4	Толщина стены t , мм	160	6,1
5	Расчетная прочность при сжатии бетона опорных участков перекрытий R_{bp} , МПа	14,5	1,96

Вероятностный анализ по методу линеаризации позволяет оценить влияние изменения отдельного расчетного параметра на вероятность отказа платформенного стыка при случайных значениях других расчетных параметров. В качестве постоянных величин приняты коэффициенты, независимые от расчетных параметров. Границы изменения расчетных параметров приняты по правилу 3σ . Для проведения вероятностного анализа с использованием метода линеаризации задаемся математическими ожиданиями, а также среднеквадратическими отклонениями расчетных параметров по материалам лабораторных исследований

образцов платформенных стыков панельных зданий [10], [11]. Среднеквадратическое отклонение прочностных характеристик материалов назначаем по коэффициенту вариации 13,5%, являющимся среднестатистическим показателем по заводам ЖБИ. Коэффициент вариации для отклонения толщины панели принят по результатам наблюдений равным 3,8%.

По теореме о композиции гауссовских распределений имеем:

$$S_{\Delta N_0}^2 = S_{\Delta R_{bw}}^2 + S_{\Delta t_m}^2 + S_{\Delta R_m}^2 + S_{\Delta t}^2 + S_{\Delta R_{bp}}^2, \quad (3)$$

где $S_{\Delta R_{bw}} = \frac{\partial N_0}{\partial R_{bw}} S_{R_{bw}}$; $S_{\Delta t_m} = \frac{\partial N_0}{\partial t_m} S_{t_m}$;
 $S_{\Delta R_m} = \frac{\partial N_0}{\partial R_m} S_{R_m}$; $S_{\Delta t} = \frac{\partial N_0}{\partial t} S_t$; $S_{\Delta R_{bp}} = \frac{\partial N_0}{\partial R_{bp}} S_{R_{bp}}$ -
частные производные по исследуемому па-

раметру, умноженные на среднеквадратические отклонения параметра.

Обозначив постоянный член выражения $K_1 = (b_{p\ell} - \delta_{p\ell}) \gamma_{p\ell} d_j$ и приняв $K_2 = B_w / R_{bw}$, имеем исходное выражение для несущей способности стыкового соединения:

$$N_0 = K_1 \eta_{p\ell} R_{bw} - \frac{2K_1 / b_m \eta_{p\ell} R_{bw} t_m K_2 R_{bw} - K_1 / b_m^2 \eta_{p\ell} R_{bw} t_m^2 K_2 R_{bw}}{K_2 R_{bw} + 2R_m} =$$

$$= K_1 \eta_{p\ell} R_{bw} - \frac{2K_1 K_2 / b_m \eta_{p\ell} R_{bw}^2 t_m - K_1 K_2 / b_m^2 \eta_{p\ell} R_{bw}^2 t_m^2}{K_2 R_{bw} + 2R_m}. \quad (4)$$

Коэффициент $\eta_{p\ell}$ зависит от соотношения величин R_{bp} и R_{bw} . Частные производ-

ные функции несущей способности по исследуемому параметру при $\eta_{p\ell} \neq 1$:

$$\frac{\partial N_0}{\partial R_{bw}} = \frac{K_1 R_{bp}^2}{R_{bw}^2} - \frac{(4K_1 K_2 / b_m t_m R_{bp})(K_2 R_{bw} + 2R_m)}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)^2} +$$

$$+ \frac{4K_1 K_2^2 / b_m R_{bp} R_{bw} t_m - 2K_1 K_2^2 / b_m R_{bp}^2 t_m}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)^2} +$$

$$+ \frac{(2K_1 K_2 / b_m^2 R_{bp} t_m^2)(K_2 R_{bw} + 2R_m)}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)^2} -$$

$$- \frac{2K_1 K_2^2 / b_m^2 R_{bp} R_{bw} t_m^2 - K_1 K_2^2 / b_m^2 R_{bp}^2 t_m^2}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)^2}, \quad (5)$$

$$\frac{\partial N_0}{\partial t_m} = - \frac{(4K_1 K_2 / b_m R_{bp} R_{bw} - 2K_1 K_2 / b_m R_{bp}^2)}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)} +$$

$$+ \frac{(4K_1 K_2 / b_m^2 R_{bp} R_{bw} t_m - 2K_1 K_2 / b_m^2 R_{bp}^2 t_m)}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)}, \quad (6)$$

$$\frac{\partial N_0}{\partial R_m} = - \frac{8K_1 K_2 / b_m R_{bp} R_{bw} t_m - 4K_1 K_2 / b_m R_{bp}^2 t_m}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)^2} -$$

$$- \frac{4K_1 K_2 / b_m^2 R_{bp} R_{bw} t_m^2 - 2K_1 K_2 / b_m^2 R_{bp}^2 t_m^2}{(K_2 R_{bw} + 2R_m)^2}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial N_0}{\partial t} = 0,$$

$$\frac{\partial N_0}{\partial R_{bp}} = 2K_1 - 2K_1 R_{bp} / R_{bw} - \frac{4K_1 K_2 / b_m R_{bw} t_m - 4K_1 K_2 / b_m R_{bp} t_m}{K_2 R_{bw} + 2R_m} +$$

$$+ \frac{2K_1 K_2 / b_m^2 R_{bw} t_m^2 - 2K_1 K_2 / b_m^2 R_{bp} t_m^2}{K_2 R_{bw} + 2R_m}. \quad (8)$$

Результаты расчета частного случая платформенного стыка с параметрами: $N=1700$ кН, $d_j=1000$ мм, $b_m=160$ мм, $B_w=20$, $b_{pl}=140$ мм сведены в табл. 2 – результаты вероятностного анализа частного случая платформенного стыка.

По данным табл. 2 построен график влияния изменчивости конструкционных параметров на вероятность отказа конструкции

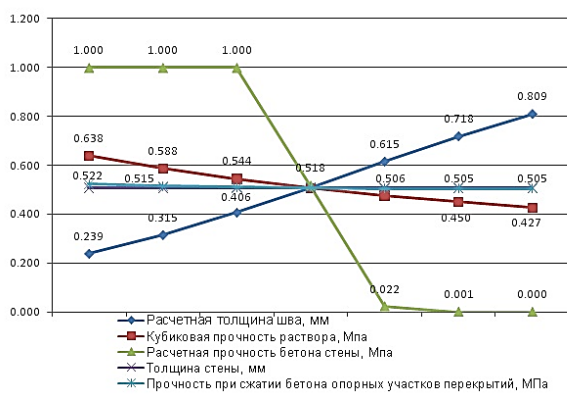


Рис. 2

стыка (рис. 2 – сводный график влияния изменчивости всех варьируемых параметров на вероятность отказа стыка), а также график распределения коэффициентов весомости расчетных параметров (рис. 3 – коэффициенты весомости варьируемых конструкционных параметров стыка при оценке их влияния на вероятность отказа конструкции).

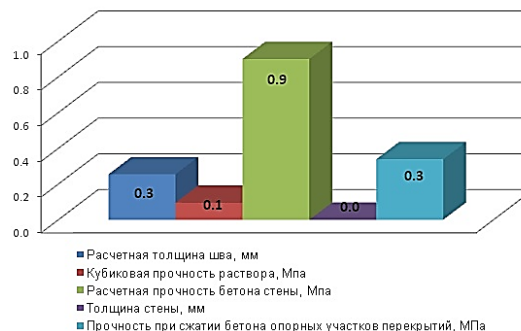


Рис. 3

Весомость определяли путем вычисления соотношения $S_{\Delta} / S_{\Delta N_0}$ по каждому параметру. Результаты расчета свидетельствуют о высокой степени влияния на

надежность стыка прочности бетона стены. Прочность растворного шва, напротив, оказывает наименьшее влияние на вероятность отказа конструкции стыка.

Таблица 2

Параметр и его отклонение	N, кН	N_0 , кН	$\frac{\partial N_0}{\partial t_m}$	$\frac{\partial N_0}{\partial R_m}$	$\frac{\partial N_0}{\partial R_{bw}}$	$\frac{\partial N_0}{\partial t}$	$\frac{\partial N_0}{\partial R_{bp}}$	$S_{\Delta N_0}$	$\frac{\bar{N}_0 - N}{S_{\Delta N_0}}$	P_f
t_m	-3σ	1836,4	9,79	1,47	78,65	0,00	32,47	191,81	0,711	0,239
	-2σ	1788,2	9,47	2,98	74,93	0,00	31,62	183,32	0,481	0,315
	-σ	1741,7	9,16	4,53	71,33	0,00	30,80	175,23	0,238	0,406
	0	1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	167,58	-0,020	0,508
	σ	1653,2	8,53	7,78	64,49	0,00	29,24	160,38	-0,292	0,615
	2σ	1611,4	8,21	9,47	61,25	0,00	28,50	153,68	-0,576	0,718
	3σ	1571,1	7,89	11,21	58,14	0,00	27,78	147,51	-0,874	0,809
R_m	-3σ	1639,6	11,50	10,39	65,30	0,00	28,99	170,58	-0,354	0,638
	-2σ	1662,1	10,45	8,58	66,20	0,00	29,39	170,98	-0,222	0,588
	-σ	1680,8	9,58	7,20	67,05	0,00	29,72	171,67	-0,112	0,544
	0	1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	172,52	-0,019	0,508
	σ	1710,2	8,21	5,29	68,58	0,00	30,24	173,42	0,059	0,476
	2σ	1722,0	7,66	4,60	69,25	0,00	30,45	174,35	0,126	0,450
	3σ	1732,3	7,18	4,05	69,87	0,00	30,63	175,27	0,184	0,427
R_{bw}	-3σ	1008,0	3,86	2,86	115,46	0,00	0,00	20,80	-33,275	1,000
	-2σ	1237,6	5,44	3,77	116,23	0,00	0,00	29,03	-15,929	1,000
	-σ	1467,1	7,17	5,28	93,82	0,00	2,80	38,98	-5,975	1,000
	0	1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	75,41	-0,044	0,518
	σ	1926,2	10,33	6,77	50,92	0,00	50,33	112,83	2,005	0,022
	2σ	2155,8	11,66	7,25	39,33	0,00	66,02	143,28	3,181	0,001
	3σ	2385,3	12,86	7,60	31,11	0,00	78,47	167,96	4,080	0,000

t	-3σ	1700	1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
	-2σ		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
	-σ		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
	0		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
	σ		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
	2σ		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
	3σ		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	173,31	-0,019	0,508
R _{bp}	-3σ	1700	1696,7	6,84	4,75	21,30	0,00	100,57	61,11	-0,055	0,522
	-2σ		1696,7	7,75	5,38	33,93	0,00	77,05	88,33	-0,038	0,515
	-σ		1696,7	8,41	5,84	49,44	0,00	53,52	122,28	-0,027	0,511
	0		1696,7	8,84	6,13	67,84	0,00	30,00	163,03	-0,021	0,508
	σ		1696,7	9,03	6,26	89,13	0,00	6,48	210,59	-0,016	0,506
	2σ		1696,7	9,04	5,53	117,72	0,00	0,00	274,91	-0,012	0,505
	3σ		1696,7	9,04	5,53	117,72	0,00	0,00	274,91	-0,012	0,505

ВЫВОДЫ

Существующий подход к операционному контролю параметров платформенного стыка предполагает равнозначную оценку их влияния на прочность. Однако не все параметры одинаково влияют на вероятность отказа конструкции и, в конечном итоге, на надежность всего сооружения. Установлено, что при существующих в настоящее время коэффициентах вариации прочность бетона стены имеет наибольшее значение и весомость для обеспечения надежности платформенного стыка. Наименьшую весомость на надежность соединения имеет толщина стены и кубиковая прочность раствора. Внедрение в практику строительства новых и обследования существующих зданий контроля наиболее значимых параметров платформенных стыков позволит существенно повысить надежность конструктивных элементов панельных зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тамразян А.Г., Дудина И.В. Влияние изменчивости контролируемых параметров на надежность преднапряженных балок на стадии изготовления // Жилищное строительство. – 2001, № 1. С. 16...17.
2. Ключева Н.В., Тамразян А.Г. Основополагающие свойства конструктивных систем, понижающих риск отказа элементов здания // Изв. Юго-Западного гос. ун-та. – 2012, № 5...2 (44). С. 126...131.
3. Тамразян А.Г. и др. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Под общ. ред. Тамразяна А.Г. – М.: Изд-во МИСИ-МГСУ, 2012.
4. Сатьянов С.В., Пилипенко П.Б., Котельников В.С., Четверик Н.П., Французов В.А., Тамразян А.Г.,

Бедов А.И. Риски в строительной деятельности при возведении, реконструкции и капитальном ремонте строительных объектов и их минимизация // Монтажные и специальные работы в строительстве. – 2011, № 3. С. 12...13.

5. Тамразян А.Г. Основные принципы оценки риска при проектировании зданий и сооружений // Вестник МГСУ. – 2011, № 2-1. С. 21...27.

6. Лантух-Лященко А. И. Концепция надежности в Еврокоде // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика. – 2014, № 6.

7. Райзер В.Д. Теория надежности в строительном проектировании. – М.: АСВ, 1998.

8. Пособие по проектированию жилых зданий / ЦНИИЭП жилища Госкомархитектуры. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85). – М.: Стройиздат, 1989.

9. Моисеенко Р.П. Начальная надежность элементов строительных конструкций. – Томск: Изд-во Томск. гос. архит.-строит. ун-та, 2014.

10. Тамразян А.Г., Карпов А.Е., Дехтерев Д.С., Ласковенко А.Г. Определение расчетных параметров для оценки надежности платформенных стыков панельных зданий. С.413- 416 // В сб.: Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия // Сб. Междунар. научн. конф., посвященной 85-летию кафедры железобетонных и каменных конструкций и 100-летию со дня рождения Н.Н. Попова (19–20 апреля 2016 г., Москва) / под ред. А.Г. Тамразяна, Д.Г. Копаницы. – М.: НИУ МГСУ, 2016. С. 528.

11. Тамразян А.Г., Дехтерев Д.С. Оценка влияния конструктивных параметров на надежность платформенного стыка панельных зданий по методу статистического моделирования // Промышленное и гражданское строительство. – 2016, № 7. С. 20...25.

12. Kathryn Roscoe, Ferdinand Diermanse, Ton Vrouwenvelder. System reliability with correlated components: Accuracy of the Equivalent Planes method. Structural Safety. – Vol. 57, November 2015. P.53...64.

13. André Teófilo Beck, Cláudio R. Ávila da S. Jr. Strategies for finding the design point under bounded random variables. – Vol. 58, January 2016. P. 79...93.

REFERENCES

1. Tamrazyan A.G., Dudina I.V. Vliyanie izmenchivosti kontroliruemym parametrov na nadezhnost prednapryazhennykh balok na stadii izgotovleniya // Zhilishnoe stroitelstvo. – 2001, № 1. S. 16...17.
2. Klyueva N.V., Tamrazyan A.G. Osnovopolagayushie svoystva konstruktivnykh sistem, ponizhayushih risk otказа elementov zdaniya // Izv. Yugo-Zapadnogo gos. un-ta. – 2012, № 5...2 (44). S.126...131.
3. Tamrazyan A.G. i dr. Snizhenie riskov v stroitelstve pri chrezvychajnykh situatsiyah prirodnoho i tehnogennogo haraktera / Pod obsh. red. Tamrazyana A.G. – M.: Izd-vo MISI-MGSU, 2012.
4. Satyanov S.V., Pilipenko P.B., Kotelnikov V.S., Chetverik N.P., Francuzov V.A., Tamrazyan A.G., Bedov A.I. Riski v stroitelnoj deyatel'nosti pri vozvedenii, rekonstrukcii i kapitalnom remonte stroitelnykh obektov i ih minimizatsiya // Montazhnye i specialnye raboty v stroitelstve. – 2011, № 3. S. 12...13.
5. Tamrazyan A.G. Osnovnye principy ocenki riska pri proektirovanii zdaniy i sooruzhenij // Vestnik MGSU. – 2011, № 2-1. S. 21...27.
6. Lantuh-Lyashenko A. I. Konceptsiya nadezhnosti v Evrokode // Mosti ta tuneli: teoriya, doslidzhennya, praktika. – 2014, № 6.
7. Rajzer V.D. Teoriya nadezhnosti v stroitel'nom proektirovanii. – M.: ASV, 1998.
8. Posobie po proektirovaniyu zhilykh zdaniy / CNIIEP zhilisha Goskomarhitektury. Vyp. 3. Konstrukcii zhilykh zdaniy (k SNIp 2.08.01-85). – M.: Stroizdat, 1989.
9. Moiseenko R.P. Nachalnaya nadezhnost elementov stroitelnykh konstrukcij. – Tomsk: Izd-vo Tomsk. gos. arhit.-stroit. un-ta, 2014.
10. Tamrazyan A.G., Karpov A.E., Dehterev D.S., Laskovenko A.G. Opredelenie raschetnykh parametrov dlya ocenki nadezhnosti platformennykh stykov panelnykh zdaniy. S.413- 416 // V sb.: Sovremennye problemy rascheta zhelezobetonnykh konstrukcij, zdaniy i sooruzhenij na avarijnye vozdejstviya // Sb. Mezhdunar. nauchn. konf., posvyashennoj 85-letiyu kafedry zhelezobetonnykh i kamennykh konstrukcij i 100-letiyu so dnya rozhdeniya N.N. Popova (19–20 aprelya 2016 g., Moskva) /pod red. A.G. Tamrazyana, D.G. Kopanicy. – M.: NIU MGSU, 2016. S. 528.
11. Tamrazyan A.G., Dehterev D.S. Ocenka vliyaniya konstrukcionnykh parametrov na nadezhnost platformennogo styka panelnykh zdaniy po metodu statisticheskogo modelirovaniya // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitelstvo. – 2016, № 7. S. 20...25.
12. Kathryn Roscoe, Ferdinand Diermanse, Ton Vrouwenvelder. System reliability with correlated components: Accuracy of the Equivalent Planes method. StructuralSafety. – Vol. 57, November 2015. P. 53...64.
13. Andre Teofilo Beck, Claudio R. Avila da S. Jr. Strategies for finding the design point under bounded random variables. – Vol. 58, January 2016. P. 79...93.

Рекомендована кафедрой железобетонных и каменных конструкций. Поступила 17.08.17.

УДК 613.6

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ МЕБЕЛИ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ENSURING ENVIRONMENTAL AND SANITARY-HYGIENIC SAFETY OF PASSENGER CARS THROUGH THE USE OF CONVERTIBLE FURNITURE IN NON-WOVENS

*О.С. ЮДАЕВА, В.А. АКСЕНОВ, В.М. ПОНОМАРЕВ, В.И. АПАТЦЕВ,
С.Ю. АЛЕХИН, В.Б. ПРОСТОМОЛОТОВА, А.М. КОРОЛЕВА
O.S. YUDAeva, V.A. AKSENOV, V.M. PONOMAREV, V.I. APATTSEV,
S.YU. ALEKHIN, V.B. PROSTOMOLOTOVA, A.M. KOROLEVA*

**(Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены Роспотребнадзора,
Российский университет транспорта (МИИТ))
(All-Russian Research Institute of Railway Hygiene of Rospotrebnadzor,
Russian University of Transport (MIIT))
E-mail: vniihg@yandex.ru; alekhin@ecotol.ru**

Рассмотрен вопрос санитарно-гигиенического благополучия пассажиров и работников железнодорожного транспорта. Основными проблемами пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте являются неблаго-

приятные микроклиматические условия в пассажирских вагонах. Выполнены работы и исследования по разработке встроенного матраса-вкладыша для пассажирских вагонов с применением современных нетканых огнебиозащитных материалов для обеспечения безопасности и комфорта пребывания пассажиров в поездке железнодорожным транспортом.

Consider the question of sanitary-hygienic safety of passengers and railway workers. The main problems of passenger railway transportation are unfavorable microclimatic conditions in the passenger cars. Performed work and research to develop a built-in mattress liner for passenger cars with the use of modern nonwoven fire and bio protective materials to ensure the safety and comfort of passengers to travel by rail.

Ключевые слова: санитарно-гигиеническое благополучие, пассажирские вагоны, микроклиматические условия, огнебиозащитные материалы, матрас-вкладыш.

Keywords: sanitary-and-hygienic well-being, passenger cars, micro-climatic conditions, fire materials, the mattress liner.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия пассажиров и работников железнодорожной отрасли Российской Федерации является одним из основных направлений государственной политики и компании ОАО "РЖД". В результате реализации комплекса организационных, профилактических и противоэпидемических мероприятий санитарно-эпидемиологическая обстановка на российских железных дорогах остается стабильной. В то же время проблемы качества воздушной среды, систем водоснабжения, систем жизнеобеспечения в пассажирских вагонах являются актуальными в связи с массовым сосредоточением людей.

Это, в свою очередь, предполагает решение комплекса гигиенических проблем по обеспечению безопасности и улучшению условий проезда пассажиров и обслуживающего персонала за счет использования в трансформируемой мебели и креслах пассажирских вагонов нетканых материалов.

В соответствии с законом РФ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", предусматривающим санитарно-эпидемиологические требования, обеспечивающие безопасность для здоровья человека и среды его обитания, возни-

кает необходимость решения следующих задач:

- создание научно-технической и нормативной базы для проектирования перспективных вагонов локомотивной тяги, трансформируемых элементов мебели с применением экологически безопасных нетканых материалов;

- разработка научных подходов к оценке систем обеспечения безопасных и комфортных условий проезда на подвижном составе;

- создание и обеспечение нормируемых санитарно-гигиенических и противоэпидемических условий проезда пассажиров и обслуживающего персонала;

- внедрение эффективных установок, позволяющих обеспечить оптимальные условия для сохранения здоровья пассажиров, обслуживающего персонала и охраны окружающей среды.

В настоящее время основными проблемами пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте являются неблагоприятные микроклиматические условия в пассажирских вагонах, в основном в плацкартных, в связи с отсутствием системы кондиционирования воздуха, повышенные уровни шума и вибрации из-за несовершенства технических решений, повышенная

концентрация химических веществ в воздушной среде вагона из-за применения некачественных отделочных и конструкционных материалов, недостаточная оснащённость пассажирских вагонов системой замкнутого сбора канализационных стоков (экологически чистые туалетные комплексы), что может неблагоприятным образом сказаться на здоровье пассажиров и условиях труда поездных бригад. Кроме того, скопление большого количества людей в пассажирских вагонах и на железнодорожных вокзалах является потенциальной опасностью одновременного заражения и быстрого распространения инфекционных заболеваний в различные регионы страны.

Решение первоочередных задач по гигиенической оптимизации пассажирских перевозок лежит в основе "Программы мер по совершенствованию технического обслуживания, модернизации и повышению надёжности туалетных систем закрытого типа и систем кондиционирования воздуха пассажирских вагонов", утверждённой Первым вице-президентом ОАО "РЖД" В.Н. Морозовым. Программа предусматривает инвестиционную заявку по оснащению до 2018 г. всего эксплуатационного

парка пассажирских вагонов системой вентиляции и кондиционирования воздуха, разработку технологии профессиональной очистки и дезинфекции систем вентиляции и кондиционирования воздуха эксплуатируемых пассажирских вагонов при проведении деповского ремонта, мероприятия по улучшению обслуживания пассажиров в поездах и повышению надёжности туалетных систем закрытого типа различных производителей, по организации системы стационарного обслуживания экологически чистых туалетных комплексов пассажирских вагонов в пути следования поездов, применение мебельных элементов с экологически безопасными материалами.

Обязательной гигиенической оценке подлежат все полимерсодержащие конструкционные и отделочные материалы, применяемые на объектах пассажирского железнодорожного транспорта.

В настоящее время для обеспечения санитарно-гигиенической, токсикологической, противопожарной безопасности применяется огнебиозащитный материал НО-Л-1Б.

В рамках исследовательских работ проведена оценка паропроницаемости нетканого материала НО-Л-1Б, результаты испытаний представлены в табл.1

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Количество прошедшего водяного пара за 24 ч, г/м ²	
	среднее значение	доверительный интервал
Образец материала НО-Л-1Б	0,01494	±0,00144

Как следует из приведенных данных, паропроницаемость материала НО-Л-1Б по водяному пару, оцененная в соответствии с ГОСТ 21472–81, меньше 1 г/м² за 24 ч и составляет 0,0149±0,00144 г/м².

Гигроскопичность материала НО-Л-1Б находится на минимально возможном уровне для экологически безопасного льно-содержащего нетканого полотна и сопоставима с показателями для нетканого материала из гидрофобного синтетического полиэфирного волокна.

В целях повышения пожарной и экологической безопасности пассажирских вагонов, по требованиям ВНИИЖГ Роспотребнадзора был разработан и с 2008 г. серийно

выпускается и поставляется на ОАО "ТВЗ", АО "ВРМ" экологически чистый огнебиозащищенный нетканый материал марки НО-Л-1Б (ТУ 8397-006-77518115-07), предназначенный для использования в пассажирских вагонах в качестве огнебиозащитного чехла для ППУ наполнителя. Нетканый биозащищенный трудногорючий материал марки НО-Л-1Б применяется для огне- и биозащиты в качестве огнебиозащитного чехла в полках/сидениях/спинках вагонов, матрацах и встроенных матрацах-вкладышах для пассажирских вагонов. Данный материал, в соответствии с требованиями Роспотребнадзора, обладает антимикробными свойствами, а также низкой

теплопроводностью и высокой стойкостью к прожиганию, что подтверждается протоколом Тверского института вагоностроения от 23.05.2011 г. (рис. 1).



Рис. 1

Кресло после тестового сжигания 100 г бумаги. Отчетливо видно, что возгорания ППУ так и не произошло. Горение самостоятельно прекратилось через 4 мин.

Огневые испытания, проведенные на ОАО "ТВЗ" в июле 2016 г., показали высокую противопожарную эффективность материала НО-Л-1Б. На спальном полке с уложенным постельным бельем и пледом было подожжено 300 г сухой газетной бумаги. Разгоревшееся постельное белье, вместе с синтетическим горящим пледом, не смогло прожечь один слой материала НО-Л-1Б, соответственно не последовало воспламенения ППУ наполнителя, а норматив по времени защиты ППУ от возгорания был превышен в 3 раза и составил 18 мин (рис. 2).



Рис. 2

На рисунке видно, что огнебиозащитный чехол (коричневого цвета) из материала НО-Л-1Б не прогорел, и возгорания ППУ не произошло. Черные потеки расплавленного материала – остатки декоративной обивочной полиэфирной ткани TREVIRA.

Сравнительно недавно, еще в 2007 г., огнебиозащитный материал НО-Л-1Б не применялся. На огневых испытаниях вагона ОАО "ТВЗ" была сделана фотография (рис. 3), иллюстрирующая последствия тестового сжигания 300 г бумаги на спальном полке.



Рис. 3

В целях увеличения сроков службы, защиты от биоповреждений и обеспечения санитарно-технических требований нетканый материал НО-Л-1Б обработан биоцидным препаратом и активно противостоит наиболее агрессивным плесневым грибам – *Aspergillus niger* van Tieghem, а также культурам микроорганизмов *E.coli* и *Staphylococcus aureus*.

Нетканые материалы НО-Л-1Б запатентованы, сертифицированы для вагоностроения и включены в ведомственный перечень материалов, соответствующих повышенным требованиям санитарно-гигиенической, экологической и противопожарной безопасности, рекомендованных к применению ВНИИЖГ Роспотребнадзора Руководством 02.15-2015 вып. 5. "Конструкционные и отделочные материалы, прошедшие гигиенические испытания и разрешенные к применению в пассажирских вагонах локомотивной тяги". Материалы соответствуют требованиям СП 2.5.1198-03 "Санитарные правила по организации пассажир-

ских перевозок на железнодорожном транспорте" и Стандарту 2.15.11.04-07 "Санитарно-гигиеническая безопасность материалов, предназначенных для внутреннего оборудования пассажирских вагонов".

Учитывая требования по обеспечению комфортности и безопасности проезда пассажиров, разработан и испытан образец встроенного матраса-вкладыша для спальных полок, выпускаемого по ТУ 8599-010-77518115-2010. Кроме того, данное изделие защищено от проникновения и размножения в нем насекомых-эктопаразитов.

К матрасам-вкладышам предъявляется ряд специальных требований.

1. Обеспечение комплексной безопасности: санитарно-гигиенической, эпидемиологической, противопожарной в соответствии с требованиями федеральных законов ФЗ-52, ФЗ-123 и требованиями санитарных правил по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте.

2. Увеличение срока эксплуатации матраса до 7 лет.

3. Неизменность полезных физико-механических свойств изделия в период всего срока эксплуатации.

4. Обеспечение влагостойкости изделия.

5. Предотвращение размножения микроорганизмов и выделения продуктов их метаболизма.

6. Соответствие внешнего вида изделия существующим требованиям.

7. Обеспечение возможности профилактической дезинфекции поверхности матраса.

8. Предотвращение проникновения и размножения насекомых-эктопаразитов.

На рис. 4 представлена схема спальной полки пассажирских железнодорожных вагонов.

Встроенный матрас-вкладыш состоит из яркого блока-вкладыша из эластичного биоцидного пенополиуретана марки "ЭЛА-ФОРМ", сертифицированного для применения на железнодорожном транспорте. В зависимости от требований эргономики и комфортности вкладыш из ППУ может быть выполнен в разных вариантах – от монолитного блока из поролона различной

плотности до сложной конструкции из демпфирующих поролоновых пружин.

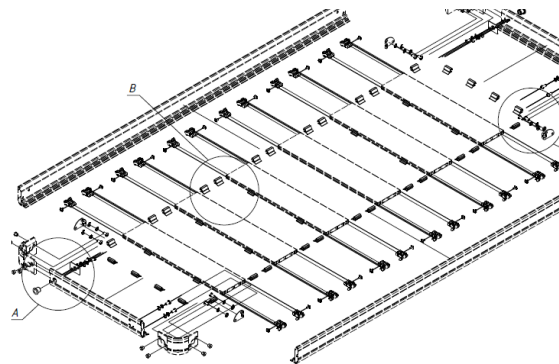


Рис. 4

На рис. 5 представлен матрас 3-зональный.



Рис. 5

На рис. 6 представлен матрас 3-зональный с ребрами жесткости.



Рис. 6

Изделия изготовлены с применением поролоновых пружин, и в качестве огнебиозащитного материала использовался нетканый материал НОЛ-1Б (рис. 7).

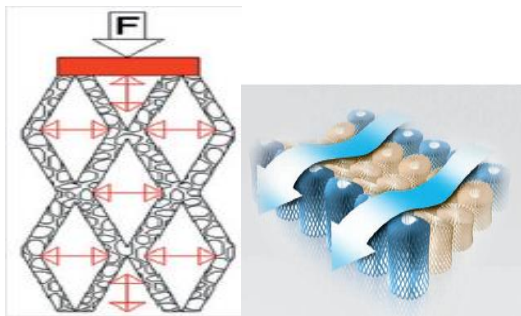


Рис. 7

Конструкция пружин из пенополиуретана обладает повышенной воздухопроводностью, что позволяет эффективно отводить тепло, не вызывая перегрева.

Пружины Octaspring в составе матраса имеют форму сот с 8 усилениями по периметру. При нагрузке сила давления на пружины Octaspring распределяется по всей поверхности пружины, следовательно, ячейки не подвергаются полной нагрузке.

Сотни независимых пружин движутся трехмерно, бережно поддерживая тело, облегчая давление матраса на тело и улучшая циркуляцию крови.

Верхние слои матраса выполнены из вязкоэластичной пены (Мемори). Поролон реагирует на вес и тепло человека, размягчается и подстраивается под контуры его тела. Такой плотный контакт с поверхностью поролона значительно снижает давление на позвоночник, мышцы и суставы человека. Мемори позволяет снизить усталость опорно-двигательного аппарата.

Стеганный чехол изготовлен из специальной ткани с водоотталкивающей и противопожарной пропиткой и легко чистится. Конструкторское решение соединения двух материалов с водоотталкивающей и противопожарной пропиткой дало уникальный по своим свойствам материал, выдерживающий сопротивление возгоранию на протяжении длительного времени.

Огнебиозащитный чехол препятствует горению поролона в случае возгорания постельного белья, предотвращает размножение микроорганизмов и появление продуктов их метаболизма, а следовательно, отсутствуют неприятные характерные запахи, присущие застарелым ватным матрасам.

Посредством специальной технологии на внешнюю поверхность огнебиозащитного чехла нанесено экологически чистое натуральное средство, уничтожающее микробиологические и экзопаразитарные объекты.

На рис. 8 представлен реализованный проект внедрения эргономичной мебели в пассажирских вагонах, полностью отвечающей требованиям эпидемиологической и противопожарной безопасности.



Рис. 8

ВЫВОДЫ

Выполненные работы и исследования по разработке встроенного матраса-вкладыша для пассажирских вагонов с применением современных нетканых огнебиозащитных материалов позволили обеспечить безопасность и комфорт пребывания пассажиров в поездке железнодорожным транспортом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лосавио Н.Г., Юдаева О.С. Санитарно-химические испытания полимерсодержащих материалов, рекомендованных для использования в пассажирских вагонах // Наука и техника транспорта. – 2010, № 3. С.12...18.
2. Сачков О.В., Чистобородов Г.И., Аксенов В.А., Юдаева О.С. Применение нетканых текстильных материалов для обеспечения комплексной безопасности пассажирских вагонов железнодорожного транспорта // Наука и техника транспорта. – 2010, № 4. С.84...90.
3. Вильк М.Ф., Овечкина Ж.В., Соснова Т.Л., Юдаева О.С., Бухарева Е.А. Учитывать потребности

и особенности всех категорий инвалидов // Железнодорожный транспорт. – 2011, №6. С.37...38.

4. Сайкин А.М., Рябчиков О.Б., Юдаева О.С., Заиков Г.Е. К оценке экологичности и пожаробезопасности полимерсодержащих материалов интерьера АТС // Труды НАМИ. –2012, №248. С.78...91.

5. Юдаева О.С., Демидов С.В. Обеспечение эколого-гигиенической и противопожарной безопасности пассажирских вагонов локомотивной тяги // Наука и техника транспорта. – 2013, № 4. С.101...110.

6. Юдаева О.С., Егорова О.Г., Демидов С.В. Методика оценки и анализ экологической безопасности аккумуляторных батарей пассажирских вагонов // Наука и техника транспорта. –2014, № 1. С.98...100.

7. Юдаева О.С., Егорова О.Г., Гладаренко А.С. Аналитический обзор негативного влияния шума и вибрации в пассажирских вагонах на комфортность проезда пассажиров и условия труда обслуживающего персонала // Наука и техника транспорта. – 2014, № 2. С.85...88.

8. Юдаева О.С. Перспективные экологически безопасные шумовиброзащитные материалы для пассажирских вагонов локомотивной тяги // Изв. Транссиба. – 2014, №2. С.95...100.

9. Юдаева О.С., Аксенов В.А., Егорова О.Г., Гладаренко А.С. Анализ условий труда и заболеваемости проводников пассажирских вагонов // Изв. Транссиба. – 2014, №2. С.115...118.

10. Егорова О.Г., Юдаева О.С., Гладаренко А.С. Биоразложение моющих и дезинфицирующих средств, применяемых на железнодорожном транспорте // Естественные и технические науки. – 2014, №5. С.174...178.

11. Юдаева О.С., Сайкин А.М. Методика оценки термоокислительной деструкции полимерсодержащих конструкционных и отделочных материалов транспортных средств // Труды НАМИ. – 2014, № 258. С.102...114.

12. Юдаева О.С., Аксенов В.А., Демидов С.В., Гладаренко А.С., Егорова О.Г. Оценка процессов термоокислительной деструкции полимерсодержащих конструкционных и отделочных материалов внутреннего оборудования пассажирских вагонов // Наука и техника транспорта. – 2014, № 4. С.79...84.

13. Юдаева О.С., Демидов С.В., Толокнова Е.А. Математическая модель формирования опасных факторов пожара в пассажирском вагоне с расчетом риска для окружающей среды // Наука и техника транспорта. –2014, № 2. С.72...74.

14. Юдаева О.С., Аксенов В.А., Ованесова Е.А. О подходе к организации доступной среды для маломобильных пассажиров в поездах международного сообщения // Наука и техника транспорта. – 2015, № 3. С.13...16.

15. Смирнов В.А. Снижение импульсных нагрузок на перекрытия с помощью динамических гасителей колебаний // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 2. С. 296...299.

16. Молдагажиева З.Д., Жилисбаева Р.О., Жакыпбеккызы Ж., Казангельдина Ж.Б. Исследование

теплозащитных свойств новых нетканых материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, № 5. С. 73...75.

REFERENCES

1. Losavio N.G., Yudaeva O.S. Sanitaro-himicheskie ispytaniya polimersoderzhashih materialov, rekomendovannyh dlya ispolzovaniya v passazhirskih vagonah // Nauka i tehnika transporta. – 2010, № 3. S.12...18.

2. Sachkov O.V., Chistoborodov G.I., Aksenov V.A., Yudaeva O.S. Primenenie netkanyh tekstilnyh materialov dlya obespecheniya kompleksnoj bezopasnosti passazhirskih vagonov zheleznodorozhnogo transporta // Nauka i tehnika transporta. – 2010, № 4. S.84...90.

3. Vilk M.F., Ovechkina Zh.V., Sosnova T.L., Yudaeva O.S., Buhareva E.A. Uchityvat potrebnosti i osobennosti vseh kategorij invalidov // Zheleznodorozhnyj transport. – 2011, №6. S.37...38.

4. Sajkin A.M., Ryabchikov O.B., Yudaeva O.S., Zaikov G.E. K ocenke ekologichnosti i pozharobezopasnosti polimersoderzhashih materialov interera ATS // Trudy NAMI. –2012, №248. S.78...91.

5. Yudaeva O.S., Demidov S.V. Obespechenie ekologo-gigienicheskoy i protivopozharnoj bezopasnosti passazhirskih vagonov lokomotivnoj tyagi // Nauka i tehnika transporta. – 2013, № 4. S.101...110.

6. Yudaeva O.S., Egorova O.G., Demidov S.V. Metodika ocenki i analiz ekologicheskoy bezopasnosti akkumulyatornyh batarej passazhirskih vagonov // Nauka i tehnika transporta. –2014, № 1. S.98...100.

7. Yudaeva O.S., Egorova O.G., Gladarenko A.S. Analiticheskij obzor negativnogo vliyaniya shuma i vibracii v passazhirskih vagonah na komfortnost proezda passazhirov i usloviya truda obsluzhivayushogo personala // Nauka i tehnika transporta. – 2014, № 2. S.85...88.

8. Yudaeva O.S. Perspektivnye ekologicheski bezopasnye shumovibrozhaitnye materialy dlya passazhirskih vagonov lokomotivnoj tyagi // Izv. Transsiba. – 2014, №2. S.95...100.

9. Yudaeva O.S., Aksenov V.A., Egorova O.G., Gladarenko A.S. Analiz uslovij truda i zaboлеваemosti provodnikov passazhirskih vagonov // Izv. Transsiba. – 2014, №2. S.115...118.

10. Egorova O.G., Yudaeva O.S., Gladarenko A.S. Biorazlozhenie moyushih i dezinficiruyushih sredstv, primenyaemyh na zheleznodorozhnom transporte // Estestvennye i tehicheskie nauki. – 2014, №5. S.174...178.

11. Yudaeva O.S., Sajkin A.M. Metodika ocenki termookislitelnoj destrukcii polimersoderzhashih konstrukcionnyh i otdelochnyh materialov transportnyh sredstv // Trudy NAMI. – 2014, № 258. S.102...114.

12. Yudaeva O.S., Aksenov V.A., Demidov S.V., Gladarenko A.S., Egorova O.G. Ocenka processov termookislitelnoj destrukcii polimersoderzhashih konstrukcionnyh i otdelochnyh materialov vnutrennego oborudovaniya passazhirskih vagonov // Nauka i tehnika transporta. – 2014, № 4. S.79...84.

13. Yudaeva O.S., Demidov S.V., Toloknova E.A. Matematicheskaya model formirovaniya opasnykh faktorov pozhara v passazhirskom vagone s raschetom riska dlya okruzhayushey sredy // Nauka i tehnika transporta. – 2014, № 2. S.72...74.

14. Yudaeva O.S., Aksenov V.A., Ovanesova E.A. O podhode k organizatsii dostupnoy sredy dlya malomobilnykh passazhirov v poezdakh mezhdunarodnogo soobsheniya // Nauka i tehnika transporta. – 2015, № 3. S.13...16.

15. Smirnov V.A. Snizhenie impulsnykh nagruzok na perekrytiya s pomoshyu dinamicheskikh gasitelej kolebaniy // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoy promyshlennosti. – 2017, №2. S. 296...299.

16. Moldagazhieva Z.D., Zhilisbaeva R.O., Zhakypbekkyzy Zh., Kazangeldina Zh.B. Issledovanie teplozashitnykh svoystv novykh netkanykh materialov // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoy promyshlennosti. – 2016, № 5. S. 73...75.

Рекомендована кафедрой управления безопасностью в техносфере РУТ (МИИТ). Поступила 17.12.17.

УДК 331.451

ВЫБОР МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ ШУМОВЫХ КАРТ С УЧЕТОМ УДАЛЕННОСТИ ОТ ИСТОЧНИКА

CHOICE OF METHOD FOR NOISE MAPS CONSTRUCTING TAKING INTO ACCOUNT THE DISTANCE FROM THE SOURCE

O.N. SHABAROVA, S.V. BOIKO, T.YU. LUSTGARTEN
O.N. SHABAROVA, S.V. BOIKO, T.YU. LUSTGARTEN

(Костромской государственной университет)
(Kostroma State University)

E-mail: o.shabarova@mail.ru; tlustgarten@yandex.ru

В статье проведен анализ методов определения шумовых характеристик текстильного оборудования. Выбран метод построения, и построена шумовая карта для реальной акустической ситуации в цехе.

The article describes and analyzes the methods for determining noise characteristics of textile machinery. The method for constructing has been selected and the noise map for the real situation in the workshop has been constructed.

Ключевые слова: текстильное оборудование, шум, уровень звука, шумовая карта.

Keywords: textile machinery, noise, sound level, noisemap.

В настоящее время наиболее распространенным профессиональным заболеванием работников текстильной отрасли является нейросенсорная тугоухость, вызываемая неблагоприятным воздействием производственного шума. Нейросенсорная тугоухость занимает 40% в общей структуре профессиональной заболеваемости среди работников Костромской области различ-

ных отраслей промышленности (в том числе и текстильной) [1]. С целью минимизации уровня соответствующего профессионального риска предприятия оказываются перед необходимостью проведения комплекса мероприятий по снижению шума в производственных помещениях. Эффективность таких мероприятий определяется величиной затрат, необходимых для дос-

тижения соответствия фактических уровней шума на рабочих местах санитарно-гигиеническим нормам, которые устанавливаются в зависимости от характера выполняемой работы и не принимают во внимание вид источника шума, его назначение, количество, условия установки. Технические нормы шума, наоборот, учитывают конкретные параметры той или иной машины, определяют возможность реализации дополнительной акустической защиты обслуживающего персонала. Расходы предприятий на выбор метода снижения шума можно сократить, если при организации производственного процесса изначально учитывать шумовые характеристики оборудования и в соответствии с ними оптимизировать размещение машин и агрегатов в производственном помещении [2].

Как известно, универсальной шумовой характеристикой является звуковая мощность машины (станка, агрегата, установки) [3]. Допускается принимать в качестве таких характеристик октавные уровни звукового давления и эквивалентные уровни звука, измеренные в контрольных точках. В полном объеме шумовые характеристики оборудования определяются на стадии проектирования при испытаниях типовых опытных образцов и указываются в прилагаемой к оборудованию технической документации. Проведем анализ методов, с помощью которых можно определить шумовые характеристики оборудования в различных условиях (табл.1 – методы определения шумовых характеристик).

Т а б л и ц а 1

№ и название метода	Измеряемые параметры	Условия проведения измерений	Область применения
Метод 1 Свободного звукового поля	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука; показатель направленности	На открытом пространстве, в заглушенных камерах (или в помещениях с большим звукопоглощением), в больших помещениях (цехах), на испытательных станциях	Постоянные или импульсные шумы небольших машин и отдельных узлов с направленным и ненаправленным излучением
Метод 2 Отраженного звукового поля	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука	В производственных условиях с объемом помещения не более 2000 м ³ на акустически развязанном или виброизолированном от установочного перекрытия фундаменте, в реверберационных камерах объемом от 100 до 1000 м ³ при отношении max размера к min не более 4:1 и не менее 1,5:1, в гулких помещениях	Постоянные шумы и октавы выше 125 Гц машин с небольшим (менее 10 дБ) показателем направленности
Метод 3 Образцового источника	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука (с меньшей точностью, чем по методу 2)	В обычных помещениях и цехах с объемом более 60 м ³ , в реверберационных камерах	Наличие образцового источника шума для измерения постоянных шумов плотно установленных машин (прядаильные, ткацкие) с показателем направленности менее 10 дБ
Метод 4 На расстоянии 1 м от наружного контура машины	Октавные уровни звуковой мощности; октавные уровни звукового давления; уровень звука	В производственных условиях, в заглушенных камерах, в помещениях с большим звукопоглощением или на открытом пространстве	Постоянные и непостоянные шумы действующих производственных машин с максимальным размером более 0,5 м

Очевидно, что для определения шумовых характеристик машин в реальных условиях предпочтительны методы 3 и 4, так как акустическое поле, формирующееся в

производственном помещении, является диффузным, в котором устойчивых явлений интерференции не наблюдается, а дифракционные процессы обеспечивают его

изотропность и однородность [4]. Оба метода позволяют определять все шумовые характеристики машин, за исключением показателя направленности. Однако метод 3 не рекомендуется использовать в помещениях объемом менее 60 м³, кроме того, требуется наличие образцового источника шума. Метод 4 применяется для исследования шумов, создаваемых станками и машинами, с размерами более 0,5 м. Практически все оборудование текстильной отрасли

имеет габаритные размеры, превышающие указанное значение. По временным характеристикам шум текстильных машин в большинстве случаев является постоянным [3]. Характеристики шумов некоторого текстильного оборудования получены методом 4 на расстоянии 1 м от наружного контура машины [5] (табл. 2 – уровни звукового давления в производственных помещениях).

Таблица 2

Наименование оборудования	Уровни звукового давления, дБ, при среднегеометрической частоте октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Прядильная машина ПС-100-ЛО	101	99	98	97	98	100	105	103
Микрошелочный станок СТБ-2-250	97	97	98	97	96	94	92	91
Пневморепирный станок АТПР-120-1	94	97	98	99	97	96	95	94

Для априорной оценки профессиональных рисков от акустического фактора большой интерес представляет установление взаимосвязи между техническим и санитарно-гигиеническим нормированием шума. С этой целью на основе метода 4 разработан метод построения шумовых карт оборудования с учетом удаленности расчетной точки от источника. Данный метод заключается в рассмотрении единицы оборудования как источника шума и построении ее шумовой карты, а затем конструировании шумового поля, создаваемого несколькими единицами оборудования, находящимися в одном помещении [6]. Метод основан на измерениях акустических параметров с помощью шумомеров, то есть учитывает реальную акустическую ситуацию, складывающуюся на производстве, в конкретном помещении. Данный способ построения шумовых карт доступен в исполнении и соответствует стандартным методикам проведения акустических измерений. Пример шумового поля, создаваемого одним станком СТБ 2-220, которыми оснащен ткацкий цех ООО "БКЛМ-Актив" (г. Кострома), представлен на рис. 1, где показано шумовое поле, формирующееся в ткацком цехе от единицы оборудования.

С учетом тяжести и напряженности выполняемой работы для ткача установлен допустимый эквивалентный уровень звука, равный 75 дБА [7]. Подробно условия труда ткача исследованы в работе [8]. В соответствии с Гигиеническим руководством Р 2.2. 2006–05 [9] в каждой зоне выявлен класс условий труда по акустическому фактору и определен класс профессионального риска по методике Р 2.2.1766–03 [10] (табл. 3 – результаты оценки профессионального риска ткача при воздействии акустического фактора).

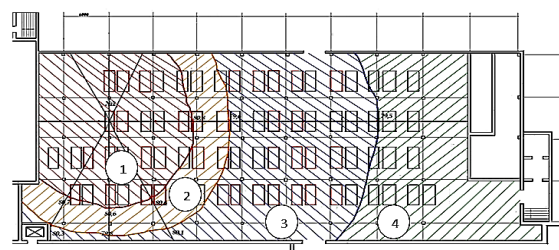


Рис. 1

Следует учесть, что данный риск был определен при работе одной единицы производственного оборудования. В помещениях за счет отражения от внутренних поверхностей ограждающих конструкций наблюдается некоторое усиление уровня звукового давления вблизи этих внутренних поверхностей.

№ зоны (рис. 1)	Эквивалентный уровень звука, дБА	Превышение ПДУ	Класс условий труда	Категория профессионального риска	Срочность мероприятий по снижению риска
1	81,8...80,5	5,5...6,8 дБА	3.2 Вредные, степени 2	Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
2	80,4...80	5...5,5 дБА	3.1–3.2 Вредные, степени 1 и 2	Малый (умеренный) риск Средний (существенный) риск	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
3	79,9...75	до 5 дБА	3.1 Вредные, степени 1	Малый (умеренный) риск	Требуются меры по снижению риска
4	75 и ниже	≤ ПДУ	2 Допустимые	Пренебрежимо малый (переносимый) риск	Меры не требуются, но уязвимые лица нуждаются в дополнительной защите

В данном случае акустическое поле, формирующееся в помещении, является диффузным, изотропным и однородным, и усиление уровня звукового давления у внутренних поверхностей помещения весьма незначительно. Этот факт был проверен эмпирическим путем в результате большого количества измерений в различных точках производственного помещения. В том случае, если построить не 4 зоны риска (как представлено на рис. 1), а больше, наблюдаются изменения характера кривизны изолиний.

Таким образом, при работе всего лишь одного станка СТБ 2-220 пренебрежимо малый профессиональный риск, соответствующий классу условий труда 2, с эквивалентным уровнем звука не выше 75 дБА, наблюдается в зоне 4, в пределах 40 м от источника. Шум, образуемый этим станком, охватывает рабочие места 60 других станков СТБ (то есть 81% оборудования цеха). Изменение размеров зон профессионального риска при одновременной работе всех станков ткацкого цеха можно определить, сконструировав шумовую карту данного помещения методом наложения акустических полей друг на друга. С этой целью была разработана система автоматизированного расчета, которая позволяет исследовать особенности распространения и выявить участки наибольшей концентрации

шума в производственном помещении; оценить вероятность попадания рабочих мест в зоны наиболее высокого уровня шума; сделать вывод о рациональности размещения оборудования и рабочих мест в производственном помещении; предложить наиболее рациональные варианты размещения производственного оборудования [11].

В Ы В О Д Ы

1. Анализ методов определения шумовых характеристик машин показал, что для текстильного оборудования наиболее приемлемым является метод "на расстоянии 1 м от наружного контура машины".

2. Построение шумовой карты единицы оборудования с учетом удаленности расчетной точки от источника шума позволит строить поля формирования шума в любой точке производственного помещения, а также позволит определить "шумовую нагрузку" и профессиональный риск от акустического фактора для работающего с учетом характера выполняемых работ.

3. На основе моделирования процессов формирования шумовых полей могут быть выбраны наиболее целесообразные технические и организационные решения по снижению шума в производственных помещениях.

1. Шабарова О.Н., Бойко С.В., Казанаклий М.А. Проблемы выявления и учета профессиональных заболеваний // Сб. Всерос. науч.-практ. конф.: Производственная инфраструктура: экономические, технико-технологические, организационно-управленческие и информационные аспекты: – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. С. 41...49.
2. Шабарова О.Н., Бойко С.В. Комплексный подход к снижению профессионального риска, вызванного воздействием на работников производственного шума // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома: КГТУ, 2012, №1. С. 70...73.
3. Коритыцкий Я.И. и др. Вибрация и шум в текстильной и легкой промышленности (измерения, характеристики и методы борьбы). – М.: Легкая индустрия, 1974.
4. Борьба с шумом на производстве. Справочник / Под общ. ред. Е.Я. Юдина – М.: Машиностроение, 1985.
5. Кельберт Д.Л. Охрана труда в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1977.
6. Бойко С.В., Шабарова О.Н. Оценка риска профессиональных заболеваний от акустического фактора на основе построения полей распространения производственного шума // Сб. Всерос. науч.-практ. конф.: Модернизация отраслевой производственной инфраструктуры. – Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2012. С. 14...20.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М., 1996.
8. Лустгартен Т.Ю. Исследование условий труда ткача // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, № 5. С. 194...197
9. Р 2.2.2006–05 Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда, утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.2005г. [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
10. Руководство 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. 24.06.2003 [Электронный ресурс] // СПС "Консультант Плюс". – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
11. Шабарова О.Н., Бойко С.В., Коваленко Н.И. Система автоматизированного проектирования, реализующая модель построения шумового поля // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома: КГТУ, 2015, №2. С. 65...68.
12. Guide 2.2.1766-03 guidelines for the assessment of professional risk for health of RA-Botnikov. Organizational and methodological basis, principles and criteria of evaluation. 24.06.2003 [Electronic resource] // ATP "Consultant Plus". - Access mode: <http://www.oh?consultant.ru>
1. Shabarova O.N., Bojko S.V., Kazanakiy M.A. Problemy vyavleniya i ucheta professionalnyh zabolevaniy // Sb. Vseros. nauch.-prakt. konf.: Proizvodstvennaya infrastruktura: ekonomicheskie, tehniko-tehnologicheskie, organizacionno-upravlencheskie i informacionnye aspekty: – Kostroma: KGU im. N.A. Nekrasova, 2011. S. 41...49.
2. Shabarova O.N., Bojko S.V. Kompleksnyj podhod k snizheniyu professionalnogo riska, vyzvannogo vozdejstviem na rabotnikov proizvodstvennogo shuma // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma: KGTU, 2012, №1. S. 70...73.
3. Koritysskiy Ya.I. i dr. Vibraciya i shum v tekstilnoj i legkoj promyshlennosti (izmereniya, harakteristiki i metody borby). – M.: Legkaya industriya, 1974.
4. Borba s shumom na proizvodstve. Spravochnik / Pod obsh. red. E.Ya. Yudina – M.: Mashinostroenie, 1985.
5. Kelbert D.L. Ohrana truda v tekstilnoj promyshlennosti. – M.: Legkaya industriya, 1977.
6. Bojko S.V., Shabarova O.N. Ocenka riska professionalnyh zabolevanij ot akusticheskogo faktora na osnovе postroeniya polej rasprostraneniya proizvodstvennogo shuma // Sb. Vseros. nauch.-prakt. konf.: Modernizaciya otraslevoj proizvodstvennoj infrastruktury. – Kostroma: KGU im. N.A. Nekrasova, 2012. S. 14...20.
7. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Shum na rabochih mestah, v pomesheniyah zhilyh, obshestvennyh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki. – M., 1996.
8. Lustgarten T.Yu. Issledovanie uslovij truda tkacha // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, № 5. S. 194...197
9. R 2.2.2006–05 Rukovodstvo, po gigenicheskoj ocenke, faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikaciya uslovij truda, utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Rossii 29.07.2005g. [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsultant Plyus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
10. Rukovodstvo 2.2.1766-03. Rukovodstvo po ocenke professionalnogo riska dlya zdorovya rabotnikov. Organizacionno-metodicheskie osnovy, principy i kriterii ocenki. 24.06.2003 [Elektronnyj resurs] // SPS "Konsultant Plyus". – Rezhim dostupa: <http://www.consultant.ru>
11. Shabarova O.N., Bojko S.V., Kovalenko N.I. Sistema avtomatizirovannogo proektirovaniya, realizuyushaya model postroeniya shumovogo polya // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma: KGTU, 2015, №2. S. 65...68.
12. Guide 2.2.1766-03 guidelines for the assessment of professional risk for health of RA-Botnikov. Organizational and methodological basis, principles and criteria of evaluation. 24.06.2003 [Electronic re-source] // ATP "Consultant Plus". - Access mode: <http://www.oh?consultant.ru>

Рекомендована кафедрой техносферной безопасности. Поступила 21.02.18.

**ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ
ТЕХНОГЕННЫХ ПОЖАРОВ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ****REMOTE MONITORING
OF THE TECHNOGENIC FIRES AND EMERGENCY SITUATIONS**

М.О. БАКАНОВ, Д.В. ТАРАКАНОВ
M.O. BAKANOV, D.V. TARAKANOV

(Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России)
(Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia)
E-mail: mask-13@mail.ru, den-pgsm@mail.ru

Представлено теоретическое обобщение математических моделей мониторинга параметров, определяющих возникновение и развитие деструктивных событий, на примере чрезвычайных ситуаций, вызванных техногенными пожарами, возникающими, в том числе на производственных объектах легкой и текстильной промышленности. При формальной постановке задачи исходили из допущения, состоящего в том, что система мониторинга может рассматриваться как восстанавливаемая система с конечным числом элементов. Данное допущение обосновано для случая оперативного мониторинга практикой его реализации. На основе предложенной математической модели получены решения прямой задачи планирования мониторинга при заданном уровне вероятности.

Theoretical generalization of mathematical models of monitoring of the parameters defining emergence and development of destructive events on the example of the emergency situations caused by the technogenic fires arising including on production objects of the light and textile industry is presented. At formal problem definition proceeded from the assumption consisting that the system of monitoring can be considered as the restored system with final number of elements. This assumption is proved for a case of expeditious monitoring by practice of his realization. On the basis of the offered mathematical model solutions of a direct problem of planning of monitoring at the set probability level are received.

Ключевые слова: мониторинг, техногенный пожар, беспилотное воздушное судно, моделирование, вероятность отказа.

Keywords: monitoring, technogenic fire, pilotless aircraft, modeling, probability of refusal.

Анализ аспектов управления в условиях ЧС показал, что система управления должна функционировать в четырех режимах: повседневной деятельности, повышенной готовности, чрезвычайный режим, постчрезвычайный режим [1], [2]. В работе рассматриваются режимы повседневной деятельности и повышенной готовности, на которых реализуются мероприятия по планированию проведения мониторинга.

Учитывая необходимость резервирования и возможность вынужденного простоя беспилотных воздушных судов (БВС) по причине неисправности, для гарантированного выполнения задач по предназначению в штатные расписания и нормы оснащения подразделений включены по одному комплексу самолетного и вертолетного типов с входящими в них от двух до четырех летательных аппаратов.

В совокупности оценка вероятности отказа системы мониторинга позволяет ответить на два важных практических вопроса:

1 – какое число средств мониторинга необходимо для заданного уровня качества?

2 – при заданном числе средств мониторинга какое следует ожидать его качество?

Приведенные практические вопросы являются логической основой для планирования бюджета и расходования средств организаций, осуществляющих мониторинг.

С целью формализованного описания состояния системы мониторинга, включающей одновременно работающие средства измерения и средства их транспортировки, была использована математическая модель Колмогорова, представляющая собой совокупность обыкновенных дифференциальных уравнений (1) (уравнений состояния) и уравнения их аддитивной связи (условия связи состояний) (2).

Система уравнений записывается следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dP_0(t)}{dt} = -\lambda P_0(t), \\ \frac{dP_1(t)}{dt} = \lambda P_0(t) - \lambda P_1(t), \\ \dots\dots\dots \\ \frac{dP_k(t)}{dt} = \lambda P_{k-1}(t) - \lambda P_k(t), \\ \dots\dots\dots \\ \frac{dP_m(t)}{dt} = \lambda P_m(t), \end{array} \right. \quad (1)$$

где $P_0(t)$ – вероятность состояния системы мониторинга: состояние 0 – исправны все средства наблюдения системы мониторинга; состояния k – в системе мониторинга отказало k – средств наблюдения; λ – интенсивность отказов, c^{-1} ; t – время, c .

Уравнения аддитивной связи вероятностей состояний:

$$P_0(t) + \dots + P_k(t) + \dots + P_m = 1. \quad (2)$$

Левая часть уравнения системы с номером k (1) показывает динамику изменения

вероятности события, состоящего в том, что в системе мониторинга отказало k средств наблюдения. Правая часть формирует совокупность правил изменения состояний системы.

Система уравнений (1) составлена с учетом нескольких допущений, наиболее существенным из которых является отсутствие восстановления средства мониторинга в процессе реализации наблюдений. То есть при отказе средства мониторинга принимается, что за оставшееся время данное средство не участвует в информационном обмене.

Данная система уравнений имеет аналитическое решение при следующих начальных условиях:

$$P_0(0) = 1; P_k(0) = 0, k = 1, 2, \dots, m. \quad (3)$$

Начальные условия (3) оговаривают ситуации, при которых в начальный момент времени все средства наблюдения системы мониторинга исправны.

Аналитические решения системы уравнений записываются следующим образом:

- для начального состояния

$$P_0 = \exp(-\lambda t), \quad (4)$$

- для промежуточных состояний

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} \exp(-\lambda t), \quad (5)$$

- для конечного состояния

$$P_m(t) = 1 - \left[1 + \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \right] \exp(-\lambda t). \quad (6)$$

На базе аналитического решения системы уравнений (1), предполагая, что специфика воздействия среды мониторинга на средство наблюдения количественно оценивается с помощью интенсивности отказов λ , может быть предложена классификация задач мониторинга.

Классический подход к расчету временной зависимости вероятности безотказной

работы для восстанавливаемой системы с конечным числом элементов предусматривает расчет значений вероятности безотказной работы для каждого элемента системы в заданный момент времени и на основе полученных значений расчет вероятности безотказной работы системы в целом. Однако практическая реализация оперативного мониторинга определяет ряд особенностей данного процесса, препятствующих применению тривиальных решений при планировании и организации мероприятий мониторинга. К особенностям оперативного мониторинга можно отнести:

- при отказе средства мониторинга отсутствуют временные ресурсы для его восстановления, то есть реализация ремонтных работ невозможна в процессе мониторинга. Данная ситуация описывает случай, когда при отказе средства системы или ухудшении качества функционирования элемента системы до уровня, не позволяющего считать результаты мониторинга удовлетворительными, у оператора системы нет времени на ремонт и восстановление средства мониторинга [1];

- в процессе мониторинга участвует то число средств мониторинга, которое было определено на этапе планирования данных мероприятий, то есть у оператора системы мониторинга отсутствует возможность увеличения числа средств мониторинга в процессе его реализации [1].

Аналитические решения записываются аналогично (4)...(6). Однако в общем случае на практике возникают ситуации, когда мониторинг ведется одновременно несколькими системами. Тогда для общей системы мониторинга вероятность безотказной работы будет определяться на основе общей теоремы о повторении опытов [2]:

$$P = \prod_{i=1}^n (P_i z + (1 - P_i)), \quad (7)$$

где P_i – вероятность события, при котором считается, что система мониторинга вышла из рабочего состояния; $(1 - P_i) = Q_i$ – вероятность рабочего состояния системы.

Тогда вероятность P_i определяют по значениям коэффициентов производящей функции [3]:

$$\phi(z) = \sum_{\alpha=0}^m P_{\alpha} z^{\alpha}. \quad (8)$$

В случае мониторинга для целей оперативного управления целесообразно рассматривать ситуацию, когда в системе мониторинга отказали все средства, то есть все критерии оценки ниже необходимого уровня [4], [5]. В этом случае при определении вероятности отказа для общей системы в целом достаточно ограничиться производением вероятностей отказов соответствующих подсистем, то есть:

$$P = \prod_{i=1}^n P_i, \quad (9)$$

где P – вероятность отказа системы мониторинга; P_i – вероятности отказа ее подсистем; n – число систем мониторинга.

Модельный случай 1 – одна система мониторинга. Пусть среда мониторинга характеризуется интенсивностью отказов средств наблюдения $\lambda = 0,1 \text{ мин}^{-1}$, а необходимый уровень вероятности мониторинга $P_{кр} = 0,8$, то есть при превышении данного значения вариант мониторинга отклоняется; границы производственной зоны полифункционального текстильного комплекса определяет требуемое время качественного мониторинга 35 мин.

Применяя формулу (6), получаем зависимости для оценки вероятности состояний системы мониторинга. Например, для состояния 3 записывается следующее выражение:

$$P_3(t) = 1 - \left[1 + 0,1t + \frac{(0,1t)^2}{2!} + \frac{(0,1t)^3}{3!} \right] \exp(-0,1t).$$

Состояние 3 вербально можно представить так: система состоит из трех средств наблюдения, и все три средства в рассматриваемый момент времени отказали. Остальные зависимости получены аналогично, результаты представлены на рис. 1 (результаты оценки вероятности состояний системы мониторинга).

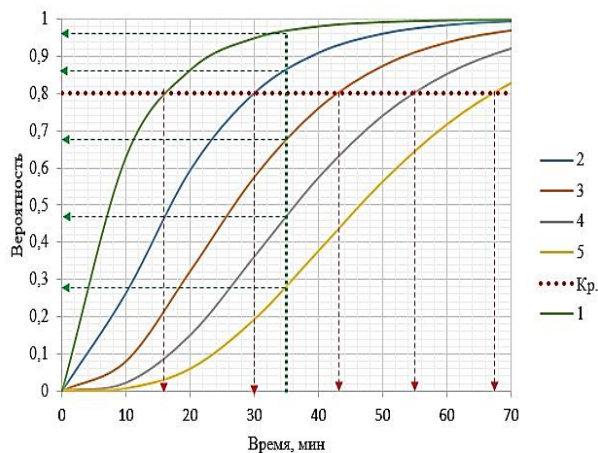


Рис. 1

Модельный случай 2 – несколько систем мониторинга. Рассмотрим каскад деструктивных событий полифункционального текстильного производства. Для наблюдения за параметрами чрезвычайной ситуации необходима работа двух систем мониторинга с параметрами: система 1 состоит из $m_1=2$ средств мониторинга в условиях среды мониторинга $\lambda_1=0,1 \text{ мин}^{-1}$; система 2: $m_2=3$ и $\lambda_2=0,2 \text{ мин}^{-1}$ соответственно. Требуется определить: продолжительность мониторинга, при которой вероятность безотказной работы системы мониторинга будет не менее $Q=0,8$ ($P=1 - 0,8 = 0,2$). Результаты расчета по предложенной модели представлены на рис. 2 (результаты нестационарной оценки вероятности безотказной работы систем мониторинга).

Анализируя данные, полученные с помощью аналитических решений системы (1) (рис. 1), можно сделать вывод, что для качественного мониторинга в условиях среды ($\lambda=0,1 \text{ мин}^{-1}$) в течение требуемого времени (35 мин) необходима система мониторинга, состоящая из трех средств наблюдения.

Обратная задача анализа полученных данных сводится к оценке вероятности функционирования системы мониторинга, состоящей из средств наблюдения. Например, для принятых исходных данных имеем, что система мониторинга, состоящая из двух средств наблюдения с вероятностью 0,86 на момент времени 35 мин будет не функциональна.

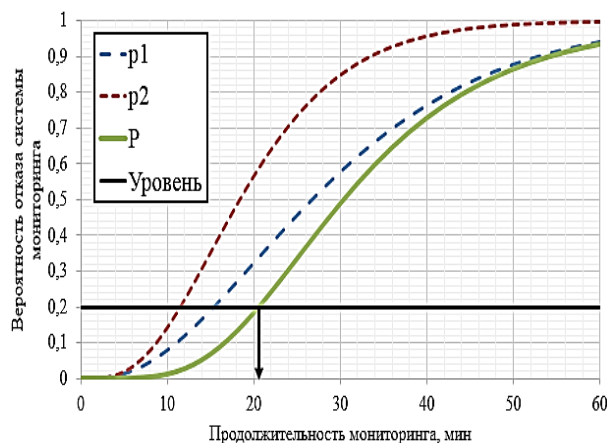


Рис. 2

Из рис. 2 можно сделать вывод, что при вероятности безотказной работы 0,8 (Уровень) система мониторинга сможет функционировать 20 мин.

ВЫВОДЫ

1. В работе дано теоретическое обобщение математических моделей мониторинга параметров, определяющих возникновение и развитие деструктивных событий, на примере полифункционального текстильного производства.

2. На основе предложенной математической модели получены решения прямой и обратной задачи планирования мониторинга при заданном уровне качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баканов М.О., Смирнов В.А., Анкудинов М.В. К вопросу о резервировании и управлении беспилотными воздушными судами при мониторинге ландшафтных пожаров // Мониторинг. Наука и технологии. – 2016, № 4 (29). С. 77...79.
2. Баканов М.О., Тараканов Д.В., Анкудинов М.В. Модель мониторинга для оперативного управления при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций // Мониторинг. Наука и технологии. – 2017, № 3 (32). С. 77...80.
3. Пицык В.В. Модель прогнозирования нестационарного состояния измерительной техники с параметрическими отказами // Метрология. – 2010, №3. С. 3...15.
4. Тараканов Д.В. Метод модификации векторного критерия в системе поддержки принятия решения при тушении крупного пожара // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности". – 2010, №2. - <http://ipb.mos.ru/ttb>.

5. Теребнев В.В., Грачев В.А., Тараканов Д.В. Методика принятия управленческих решений при тушении пожара в условиях многокритериальности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2009, № 4. С. 35...43.

REFERENCES

1. Bakanov M.O., Smirnov V.A., Ankudinov M.V. К вопросу о резервировании и управлении беспилотными воздушными судами при мониторинге ландшафтных пожаров // Monitoring. Nauka i tehnologii. – 2016, № 4 (29). S. 77...79.

2. Bakanov M.O., Tarakanov D.V., Ankudinov M.V. Model monitoringa dlya operativnogo upravleniya pri likvidacii pozharov i chrezvychajnyh situacij // Monitoring. Nauka i tehnologii. – 2017, № 3 (32). S.77...80.

3. Picyk V.V. Model prognozirovaniya nestacionarnogo sostoyaniya izmeritelnoj tehniki s parametricheskimi otkazami // Metrologiya. – 2010, №3. S. 3...15.

4. Tarakanov D.V. Metod modifikacii vektornogo kriteriya v sisteme podderzhki prinyatiya resheniya pri tushenii krupnogo pozhara // Internet-zhurnal "Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti". – 2010, №2. - <http://ipb.mos.ru/ttb>.

5. Terebnev V.V., Grachev V.A., Tarakanov D.V. Metodika prinyatiya upravlencheskih reshenij pri tushenii pozhara v usloviyah mnogokriterialnosti // Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashenie, likvidaciya. – 2009, № 4. S. 35...43.

Рекомендована кафедрой пожарной тактики и основ аварийно-спасательных и других неотложных работ (в составе УНК "Пожаротушение"). Поступила 12.02.18.

УДК 677.051.151.256

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА
СИЛ НАТЯЖЕНИЯ СЛОЯ В ТРЕПАЛЬНОЙ МАШИНЕ**

**SYSTEM AUTOMATED CALCULATION
TENSION FORCES LAYER PICKER**

Н.И. КОВАЛЕНКО, М.С. БУРОВ, С.Н. РАЗИН
N.I. KOVALENKO, M.S. BYROV, S.N. RAZIN

(Костромской государственный университет)
(Kostroma State University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В работе рассматривается задача по определению сил натяжения в слое от ударных воздействий бил барабанов трепальных машин. Для реализации решения задачи разработан алгоритм и система автоматизированного расчета. Использование данной системы позволит, моделируя поведение прядей в слое, получить значения сил натяжения при различных параметрах процесса трепания.

This paper considers the problem of determining the tensile forces in the layer from knocks beat drums picker. To implement an algorithm for solving the problem and its solution automated calculation system. Using this system will allow simulating the behavior of the strands in the layer tension forces to obtain the values for various parameters of the process of scutching.

Ключевые слова: натяжение, слой, алгоритм, моделирование, подсистема.

Keywords: tension layer, algorithm, modeling, subsystem.

К дополнению [1...19] разработана подсистема расчета сил натяжения слоя в процессе трепания, в основе алгоритма которой лежит математическая модель с учетом изгибной жесткости слоя. В процессе взаимодействия слоя с бильными планками он, изгибаясь, изменяет свою форму. При этом

в слое возникают силы, препятствующие этому изгибу. Для учета этих сил предложено ввести упругий элемент в модели пряди (нити), который бы создавал момент сил при изменении положения отдельных участков пряди относительно друг друга. При этом жесткость упругого элемента с

можно определить по формуле, полученной в работе [19]: $c = \frac{EJ(n+1)(2n+1)}{2nL}$, где EJ – жесткость упругого элемента, $\text{Н}\cdot\text{м}^2$; n – количество участков разбиения пряжи; L – длина пряжи, м. Представляя момент в виде пары сил, приложенным к весовым шарнирам пряжи (нити), получим: $F_i^{\text{изг}} = \frac{c\alpha}{\ell_{i,i+1}}$ (угол α

показан на рис. 1). В результате на каждую из точек пряжи будут действовать две дополнительные силы: $F_i^{\text{изг}}, F_{i-1}^{\text{изг}}$ соответственно на точку с номером i и $i-1$ (рис. 1).

Таким образом, уравнения движения примут вид:

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{i-1,i} - \ell_0) \frac{(x_{i-1} - x_i)}{\ell_{i-1,i}} + \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{i,i+1} - \ell_0) \frac{(x_{i+1} - x_i)}{\ell_{i,i+1}} + F_{ix}^{\text{изг}}, \\ m \frac{d^2 y_i}{dt^2} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{i-1,i} - \ell_0) \frac{(y_{i-1} - y_i)}{\ell_{i-1,i}} + \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{i,i+1} - \ell_0) \frac{(y_{i+1} - y_i)}{\ell} + F_{iy}^{\text{изг}}, \end{cases} \quad (1)$$

где (x_i, y_i) – координаты i -й точки пряжи; m – масса участка пряжи, кг; ℓ_0 – длина участка пряжи в ненапряженном состоянии, м; $\ell_{i,i+1} = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$ – длина участка пряжи в напряженном состоянии между точками i и $i+1$, м; E – модуль Юнга, $\text{Н}/\text{м}^2$; S – площадь поперечного сечения, м^2 ; c – жесткость упругих элементов, $\text{Н}/\text{м}$; J – момент инерции, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$; α – угол между i и $i+1$ участками пряжи [град].

Алгоритм расчета в соответствии с показанными моделями представлен в виде блок-схемы на рис. 2. На шаге 1 задаем входные данные, а именно: параметры барабана (длина била, межосевое расстояние, расстояние от оси вращения барабана до ремня, число бил и частота вращения барабанов); параметры пряжи (масса, длина, диаметр, модуль Юнга и площадь поперечного сечения); параметры процесса расчета (количество участков разбиения пряжи).

На шаге 2 разбиваем пряжу на участки. На шаге 3 определяем координаты участков пряжи. Для того чтобы определить координаты участков пряжи, необходимо решить систему дифференциальных уравнений (1).

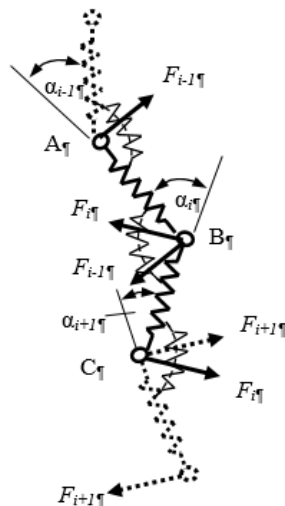


Рис. 1

Равенство (1) справедливо для всех участков пряжи, кроме первого и последнего. Для первого и последнего участков соответствующие уравнения будут иметь вид:

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x_0}{dt^2} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{0,1} - \ell_0) \frac{(x_1 - x_0)}{\ell_{0,1}} + F_{ix}^{\text{изг}}, \\ m \frac{d^2 y_0}{dt^2} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{0,1} - \ell_0) \frac{(y_1 - y_0)}{\ell_{0,1}} + F_{iy}^{\text{изг}}, \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} m \frac{d^2 x_N}{dt^2} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{N-1,N} - \ell_0) \frac{(x_{N-1} - x_N)}{\ell_{N-1,N}} + F_{ix}^{\text{изг}}, \\ m \frac{d^2 y_N}{dt^2} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{N-1,N} - \ell_0) \frac{(y_{N-1} - y_N)}{\ell_{N-1,N}} + F_{iy}^{\text{изг}}. \end{cases} \quad (3)$$

Для решения данных дифференциальных уравнений нами был применен численный метод представления производной в виде конечной разности:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} \approx \frac{x^{k+1} - 2x^k + x^{k-1}}{(\Delta t)^2}.$$

Заменяя все производные, получаем обычную систему линейных уравнений, которая легко поддается программированию.



Рис. 2

На шаге 4 определяем координаты била, так как в каждый момент времени било поворачивается на некоторый угол и соответственно изменяет свои координаты. На шаге 5 определяем участки, находящиеся между биллами, поскольку для данных участков необходимо уточнить координаты точек. На шаге 6 уточняем координаты то-

чек, находящихся между биллами. Для этого используем следующие математические модели:

$$m \frac{d^2 x_i}{dt^2} = ES \left(\frac{\ell_{i-1,i}}{\ell_0} - 1 \right) \frac{(x_{i-1} - x_i)}{\ell_{i-1,i}} + \frac{ES}{\ell_0} (AB + BC - \ell_0) \frac{(x_B - x_i)}{\sqrt{(x_B - x_i)^2 + (y_B - y_i)^2}},$$

$$m \frac{d^2 y_i}{dt^2} = ES \left(\frac{\ell_{i-1,i}}{\ell_0} - 1 \right) \frac{(y_{i-1} - y_i)}{\ell_{i-1,i}} + \frac{ES}{\ell_0} (AB + BC - \ell_0) \frac{(y_B - y_i)}{\sqrt{(x_B - x_i)^2 + (y_B - y_i)^2}}.$$

Шаг 7. Зная координаты участков пряжи, можно определить силу натяжения, используя следующую математическую зависимость:

$$T_{i,i+1} = \frac{ES}{\ell_0} (\ell_{i,i+1} - \ell_0).$$

Шаг 8. Определяем относительную деформацию. Относительная деформация не может превышать 3% для льна, поскольку при относительной деформации 3% лен разрывается. Если относительная деформация получилась больше 3%, то данный участок пряжи разбиваем на 10 участков (шаг 9) и повторяем расчет заново с шага 5. Расчет прекращается, когда било вернется в исходное состояние – шаг 10. Алгоритм решения задачи реализован в среде Borland Delphi 7.0. Интерфейс программы показан в виде диалоговых окон на рис. 3.

С помощью разработанной программы определена сила натяжения пряжи при следующих значениях входных данных. Длина стебля от 40 до 70 см с шагом 5 см; изгибная жесткость $3 \cdot 10^{-6}$ Н·м², что соответствует диаметру стебля 1 мм; а также изгибная жесткость $6 \cdot 10^{-6}$ Н·м², $10 \cdot 10^{-6}$ Н·м²; частота вращения барабана 300 об/мин; межосевое расстояние 520 мм; число бил 2; расстояние до точки зажима 400 мм. Результаты численного исследования представлены на рис. 4.

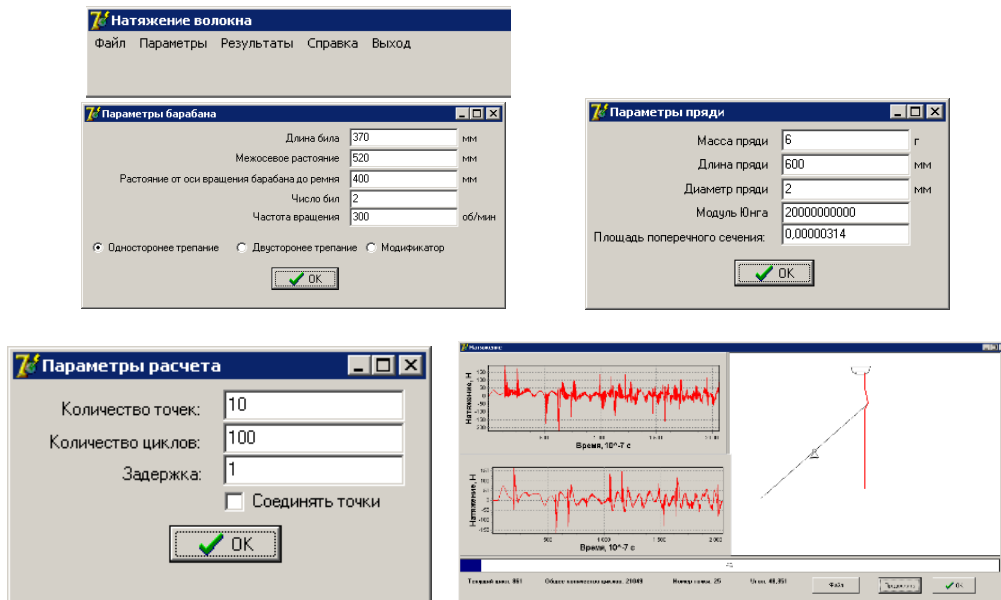


Рис. 3

На рис. 4 кривая 1 соответствует расчету силы натяжения при значении изгибной жесткости, равном $10 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$; кривая 2 – $6 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$; кривая 3 – $3 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$; кривая 4 – без учета изгибной жесткости. Анализ результатов расчетов позволил сделать заключение о том, что с увеличением длины стеблей сила натяжения возрастает. При этом с увеличением длины стеблей скорость возрастания силы натяжения увеличивается.

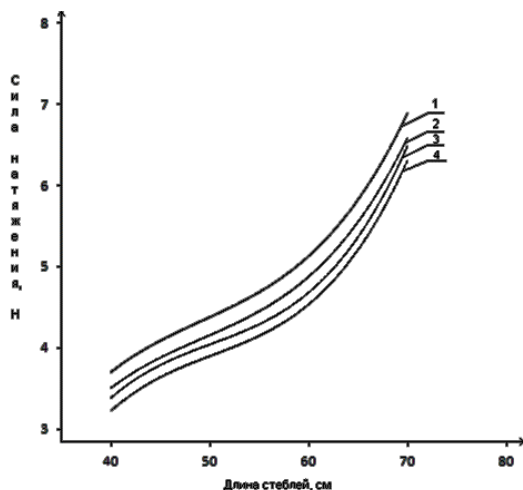


Рис. 4

Расчет силы натяжения с учетом изгибной жесткости приводит к изменению результатов вычислений. Чем больше изгибная жесткость, тем больше это влияние. Так, например, при длине стебля 70 см увеличе-

ние изгибной жесткости от 0 до $10 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$ приводит к увеличению силы натяжения в сечении зажима от 6,28 до 6,88 Н, что составляет почти 10% от результатов, полученных без учета изгибной жесткости.

ВЫВОДЫ

1. Разработан алгоритм и программа по расчету сил натяжения слоя от ударных воздействий бил трепальных барабанов в процессе трепания с учетом изгибной жесткости.
2. Установлено, что для стеблей с небольшой изгибной жесткостью (до $3 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$) ее учет приводит к изменению результатов расчета менее чем на 5%.
3. Для стеблей с большой изгибной жесткостью (более $6 \cdot 10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{м}^2$) ее учет приводит к изменению результатов расчета до 23%. Следовательно, учет изгибной жесткости для расчета силы натяжения необходим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко Н.И. Совершенствование транспортирующего механизма трепальной машины: Дис...канд. техн. наук. – Кострома, 2005.
2. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Определение силы зажима пряди произвольной длины в транспортирующих ремнях трепальной машины // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2006, №13.

3. Разин С.Н., Гришин А.Г., Коваленко Н.И. Проверка формулы Эйлера при исследовании взаимодействия гибкой нити с шероховатым цилиндром // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006, №4С.

4. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Возможности снижения сил натяжения прядей льна вблизи их зажима при трепании // Вестник ВНИИЛК. – Кострома, 2007, № 3.

5. Коваленко Н.И. Анализ конструктивных решений транспортирующих ремней трепальных машин на основе их компьютерного моделирования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2007, №6С.

6. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Компьютерное моделирование процесса взаимодействия гибкой нити с шероховатой поверхностью Деп. в ВИНТИ.- №432-В2008. – М., 2008.

7. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Балабаев П.С., Соколов А.В. Экспериментальное определение жесткости транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, №4С.

8. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Направления исследования и совершенствования расчетов элементов транспортирующего механизма трепальной машины для льна // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2009, №21.

9. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование напряженно-деформированного состояния моделей транспортирующих ремней трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №5.

10. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование некоторых параметров нажимного устройства трепальной машины // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2010, №23.

11. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Моделирование взаимодействия элементов транспортирующего механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №5.

12. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С., Коржев В.Н. Компьютерное моделирование транспортирующих ремней зажимного механизма трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №4.

13. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Математическое моделирование зажима слоя в транспортирующих ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №5.

14. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Буров М.С. Имитационное моделирование слоя стеблей льна при его обработке в трепальной машине // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2012, №6.

15. Разин С.Н., Коваленко Н.И., Буров М.С. Моделирование процесса взаимодействия слоя льна

с рабочими органами трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №1.

16. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Влияние расстояния между нажимными роликами на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №2.

17. Коваленко Н.И., Разин С.Н. Моделирование напряженно-деформированного состояния транспортирующих ремней трепальной машины поляризационно-оптическим методом // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №3.

18. Коваленко Н.И., Разин С.Н., Соколов А.В. Исследование влияния диаметра нажимных роликов на силу зажима слоя в ремнях трепальной машины // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2013, №5.

19. Бойко С.В. Теоретические и технические основы повышения эффективности процесса трепания недоработанного льняного волокна: Дис. ... докт. техн. наук. – М., 2008.

REFERENCES

1. Kovalenko N.I. Sovershenstvovanie transportiruyushogo mehanizma trepalnoj mashiny: Dis...kand. tehn. nauk. – Kostroma, 2005.

2. Kovalenko N.I., Razin S.N. Opredelenie sily zazhima pryadi proizvolnoj dliny v transportiruyushih remnyah trepalnoj mashiny // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma, 2006, №13.

3. Razin S.N., Grishin A.G., Kovalenko N.I. Proverka formuly Ejlera pri issledovanii vzaimodejstviya gibkoj niti s sherohovatym cilindrom // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2006, №4С.

4. Kovalenko N.I., Razin S.N. Vozmozhnosti snizheniya sil natyazheniya pryadej lna vblizi ih zazhima pri trepanii // Vestnik VNIILK. – Kostroma, 2007, № 3.

5. Kovalenko N.I. Analiz konstruktivnyh reshenij transportiruyushih remnej trepalnyh mashin na osnove ih kompyuternogo modelirovaniya // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2007, №6С.

6. Kovalenko N.I., Razin S.N. Kompyuternoe modelirovanie processa vzaimodejstviya gibkoj niti s sherohovatoj poverhnostyu Dep. v VINITI.- №432-V2008. – М., 2008.

7. Kovalenko N.I., Razin S.N., Balabaev P.S., Sokolov A.V. Eksperimentalnoe opredelenie zhestkosti transportiruyushih remnej trepalnoj mashiny // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2009, №4С.

8. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Napravleniya issledovaniya i sovershenstvovaniya raschetov elementov transportiruyushogo mehanizma trepalnoj mashiny dlya lna // Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta. – Kostroma, 2009, №21.

9. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sosto-

yaniya modelej transportiruyushih remnej trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2010, №5.

10. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie nekotoryh parametrov nazhimmogo ustrojstva trepalnoj mashiny // *Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta.* – Kostroma, 2010, №23.

11. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Modelirovanie vzaimodejstviya elementov transportiruyushogo mehanizma trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2011, №5.

12. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S., Korzhev V.N. Kompyuternoe modelirovanie transportiruyushih remnej zazhimmogo mehanizma trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2012, №4.

13. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Matematicheskoe modelirovanie zazhima sloya v transportiruyushih remnyah trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2012, №5.

14. Kovalenko N.I., Razin S.N., Burov M.S. Imitacionnoe modelirovanie sloya stebel' lna pri ego obrabotke v trepalnoj mashine // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2012, №6.

15. Razin S.N., Kovalenko N.I., Burov M.S. Modelirovanie processa vzaimodejstviya sloya lna s

rabochimi organami trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2013, №1.

16. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Vliyanie rasstoyaniya mezhdru nazhimnymi rolnikami na silu zazhima sloya v remnyah trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2013, №2.

17. Kovalenko N.I., Razin S.N. Modelirovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya transportiruyushih remnej trepalnoj mashiny polyarizacionno-opticheskim metodom // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2013, №3.

18. Kovalenko N.I., Razin S.N., Sokolov A.V. Issledovanie vliyaniya diametra nazhimnyh rolikov na silu zazhima sloya v remnyah trepalnoj mashiny // *Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti.* – 2013, №5.

19. Bojko S.V. Teoreticheskie i tehicheskie osnovy povysheniya effektivnosti processa trepaniya nedorabotannogo lnyanogo volokna: Dis. ...dokt. tehn. nauk. – M., 2008.

Рекомендована кафедрой информационных технологий. Поступила 29.03.16.

УДК 677.017.335

**РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ПРЯЖИ
С УЧЕТОМ ПОПЕРЕЧНОЙ ДЕФОРМАЦИИ**
**CALCULATION OF STRENGTH OF THE YARN
IN VIEW OF CROSS DEFORMATION**

В.П. ЩЕРБАКОВ, А.В. ГРАЧЕВ, Н.С. СКУЛАНОВА, Т.И. ПОЛЯКОВА, С.Л. ХАЛЕЗОВ
V.P. SCHERBAKOV, A.V. GRACHEV, N.S. SKULANOVA, T.I. POLYAKOVA, S.L. KHALEZOV

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Ивановский государственный политехнический университет)
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Ivanovo State Polytechnical University)
E-mail: victor.scherbackow2012@yandex.ru

Проведены расчеты разрывной нагрузки пряжи для простейшей и уточненной теорий прочности. Показан механизм разрушения пряжи, получены числовые оценки основных параметров напряженно-деформированного состояния волокон и пряжи.

Calculations of breaking load of a yarn for the elementary and specified theories of durability of yarn. There are shown the mechanism of destruction of a yarn, it was suggested numerical estimations of key parameters is stress-strain state of fibres and yarn.

Ключевые слова: нить, пряжа, кручение, винтовая линия, напряжение, деформация, растяжение, сжатие, модуль упругости.

Keywords: a string, a yarn, torsion, a screw line, a pressure(voltage), deformation, a stretching, compression, the module of elasticity.

В предыдущей статье авторов [1] изложена более строгая схема решения задачи о прочности пряжи по сравнению с упрощенной теорией, в соответствии с которой $\sigma_{y*} = \sigma_{r*} \cos^2 \beta$. Стоит ли принимать во внимание сжатие волокон и пряжи при ее растяжении, может показать численный результат вычислений разрывной нагрузки по обеим теориям. Здесь будучи показаны и ме-

ханизм разрушения пряжи, и числовые оценки основных параметров напряженно-деформированного состояния волокон и пряжи, вплоть до предельного.

Наибольшее напряжение сосредоточено в группе волокон, расположенных по прямым линиям вдоль оси нити, где деформация волокна равна деформации нити. В этих условиях механизм разрушения нити пред-

ставляет собой последовательный разрыв волокон, сначала наиболее слабых, а затем, после обрыва одного волокна, перераспределение нагрузки на остальные $(m-1)$ волокон. Напряжение в волокнах увеличивается, и далее разрушение будет происходить по схеме пучка [2], [5]. Распределение усилий между разорванным волокном и соседним, еще не разорванным, осуществляется в результате описанного взаимодействия волокон, и на некотором расстоянии ℓ_s от места обрыва наличие обрыва практически не будет сказываться на распределении усилий. Величина усилия в оборванном волокне будет почти та же, что и в соседних необорванных волокнах. В механике композитов длина ℓ_s называется неэффективной длиной, в механике волокнистых материалов – это длина скольжения [5]. Длина $2\ell_s$ принимается за длину пучка, к которому применяется теория пучка, разработанная Даниэльсом [4]. Длина скольжения в пряже вычисляется по формуле [2...4]:

$$\ell_s = \sqrt{\frac{r_f Q}{2\mu(1-\cos^2\beta)}}, \quad (1)$$

где r_f – радиус волокна; Q – длина волны миграции волокна, равная четырем оборотам крутки; μ – коэффициент трения между волокнами; β – угол кручения. Проскальзывание волокон уменьшает прочность пряжи и характеризуется коэффициентом скольжения:

$$k_s = 1 - \frac{2}{3\ell_f} \sqrt{\frac{r_f Q}{2\mu(1-\cos^2\beta)}}.$$

В цитируемой книге академика Ю.Н. Работнова [5] отмечено, что для углеродных волокон величина неэффективной длины может достигать 0,5...1 мм. При этой длине большая дисперсия прочности волокон приводит к снижению прочности пучка за счет коэффициента реализации k_r прочности волокон в пряже, определяемого формулой [2], [3], [5]:

$$k_r = \frac{(\alpha e)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}. \quad (2)$$

Здесь α – параметр распределения Вейбулла; $\Gamma(x)$ – гамма-функция.

Параметры α и p_w распределения Вейбулла находятся из системы уравнений, выражающих среднюю прочность волокон \bar{p}_v и дисперсию их прочности D :

$$\bar{p}_f = p_w \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \quad (3)$$

и

$$D = p_w^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \right].$$

При малой длине $2\ell_s$ снижение прочности пучка не перекрывается увеличением средней прочности волокон вследствие масштабного эффекта.

Масштабный эффект, определяющий зависимость средней прочности волокон длиной ℓ от прочности волокон при стандартной длине испытаний ℓ_0 , записывается в виде:

$$\bar{p}_f(\ell) = p_w \left(\frac{\ell_0}{\ell}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right). \quad (4)$$

Прочность нити отождествляется с прочностью цепи, которая определяется прочностью ее наислабейшего звена. Таким звеном в пряже будет сечение с наименьшим числом волокон. Линейная плотность пряжи является суммой большого числа независимых между собой слагаемых, каждое из которых имеет незначительные размеры по сравнению со всей суммой. В таком случае можем ожидать, что распределение данной величины мало отклоняется от нормальной формы и с вероятностью 0,954 можем определить минимальную линейную плотность пряжи:

$$T_{\min} = \bar{T}_{\text{пряжи}} - 2\sigma,$$

где σ – среднее квадратическое отклонение, связанное с коэффициентом вариации C соотношением $C = \sigma / \bar{T}_{\text{пряжи}}$. Наиболее известным и применяемым в расчетах прочности пряжи является метод А.Н. Соловьева. При проектировании хлопчатобумажной пряжи А.Н. Соловьев вводит 3σ ,

что соответствует вероятности 0,997. Надо иметь в виду, что величина доверительной вероятности выбирается произвольно из соображений риска, возникающего вследствие принятия того или иного решения. В технических приложениях обычной считается $p_d=0,954$. Наверное, вероятность раскрытия парашюта должна быть больше, та же 0,997 или даже больше, но для нити это излишне. Распределение сечений гипотетического продукта по числу волокон в этих сечениях является распределением Пуассона, и квадратическая неровнота пряжи равна:

Исходные данные для волокон и массовых долей компонентов в смесовой пряже

Данная пряжа имеет в своей смеси два компонента:

- 1 - полиэфирное волокно (лавсан) 0,13 текс;
- 2 - средневолокнистый хлопок 4 типа гребенного прочеса.

"№\n"	"Параметр вол_ком-та\ Ком-т"	"1 ком-т"	"2 ком-т"
1	"Вид волокон"	"ПЭ"	"Хлопок"
2	"l- ср_длина вол.(мм)....."	38	34
3	"T.f- ср_лин_плот_вол.(мтекс)....."	128	161
4	"P.f- ср_разр_нагр_вол (сН)....."	8.14	4.38
5	"СРв% - квадрат_нер_по_прочн_ %..."	96.4	34
6	"ε - относит_деформ_ %....."	18.6	7.4
7	"μ - структ_коэфф_трения (μ*кн)."	0.374	0.25
8	"γ.f- плотность волокна (г/см^3)....."	1.38	1.5
9	"β% - массовый процент ком-та, %"	50	50
10	"λ.f- коэффициент Пуассона волокна"	0.3	0.3

Наибольшие усилия возникают в наиболее жестком компоненте. Жесткость одного волокна при известных из опыта разрывной нагрузке P_b и деформации $\varepsilon_b = \Delta l / l_0$ вычисляется по формуле:

$$(E_i F_i)_1 = P_b / \varepsilon_b .$$

Жесткость компонента равна жесткости одного волокна, умноженной на число волокон m_i этого компонента. Доля i -го компонента смеси задается обычно по массе и обозначается β_i . Средняя линейная плотность волокон в смеси:

$$\bar{T}_b = \left(\sum_1^n \frac{\beta_i}{\bar{T}_i} \right)^{-1} . \quad (6)$$

Наислабейшим звеном в пряже будет сечение с наименьшим числом волокон. Вычисляем $T_{\min} = 8,886$ текс. Число волокон в

$$C_r = 100 K_0 / \sqrt{T_{\text{пряжи}} / T_{\text{волокна}}} , \quad (5)$$

где K_0 – коэффициент, зависящий от рода волокна. Для хлопка $K_0 = 1,06$.

Остальные положения теории, относящиеся к расчетам прочности многокомпонентной пряжи, подробно, с численными примерами, изложены в [2], [3].

Приведем расчеты на прочность хлопколавсановой пряжи. Характеристики волокон и пряжи даны в матрицах исходных данных волокон и пряжи документа Mathcad:

Исходные данные для проектируемой пряжи

Дополнительная информация о пряже

Доп_инф_пр := "Хлопко-полиэфирная пряжа"

"Параметры"	"Значения"
"1. Ту - сред_лин_пл_пряжи (текс)....."	11.6
"2. Сту - квадрат_неровн_пр_по_ЛП_для_Лпр=0.5м (%)....."	11
"3. γу - объемная плотность пряжи (г/см^3)....."	0.8
"4. К - крутка пряжи (1/м)....."	976
"5. λу - коэффициент Пуассона пряжи"	0.5

этом сечении пряжи $m = T_{\min} / \bar{T}_b = 62$. В соответствии с долевым участием компонентов получим число волокон каждого из них. Но здесь надо иметь в виду, что от долей β_i компонентов по массе надо перейти к долям α_i по числу волокон, которые между собой связаны равенством:

$$\alpha_i = \beta_i (\bar{l}_i \bar{T}_i)^{-1} / \left(\sum_1^n \frac{\beta_i}{\bar{l}_i \bar{T}_i} \right) ,$$

где \bar{l}_i – средняя длина волокна i -го компонента. Получим $\alpha_1 = 0,53$ и $\alpha_2 = 0,47$. Число волокон компонентов: $m_1 = 33$, $m_2 = 29$ и соответственно их жесткости $(E_i F_i)_1 m_i$: $E_1 F_1 = 1444$ сН, 1716 сН. Уже было указано, что наибольшие усилия возникают в наиболее жестком компоненте. Обозначив соотношение жесткостей $e = E_1 F_1 / E_2 F_2$, получим

отношения жесткости каждого компонента к наиболее жесткому: $e=0,841$.

Параметры α и p_w распределения Вейбулла находятся из системы (3): $\alpha=3,231$ и $p_w=4,888$. Вычисленный по формуле (2) коэффициент реализации средней прочности волокон в пряже принимает значение $k_f=0,57$. Длина участка скольжения определяется соотношением (4); получаем длину скольжения $\ell_s = 0,569$ мм. Тогда удвоенная длина скольжения, равная 1,138 мм, определяет условие применения схемы Даниэльса. Вследствие масштабного эффекта прочность хлопкового волокна становится равной:

$$\bar{p}_f(1,138) = p_w \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha} \right) = 8,581 \text{ сН.}$$

Остается найти численное значение функции $\tilde{\sigma}_y(\beta, v_f, v_y)$, представляющей собой отношение предела прочности (разрывного напряжения) пряжи к пределу прочности волокна длиной $2\ell_s$:

$$\frac{\sigma_{y^*}}{\sigma_{f^*}} = \frac{E_y}{E_f} = \frac{2\cos^2\beta}{(1+2v_f)(1-\cos^2\beta)} \times \left\{ \begin{aligned} & \left[(1+v_y) \left[\text{Incos}\beta + \frac{2(1+v_f)}{1+2v_f} (1-\cos\beta)^{2v_f+1} \right] - \right. \\ & \left. - \frac{v_y}{2} \left[\frac{3(1+2v_f)}{2v_f-1} - \frac{4(1+v_f)}{2v_f-1} (\cos\beta)^{2v_f-1} - \frac{1}{\cos^2\beta} \right] \right] \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Из матриц МИД_f и МИД_y имеем коэффициенты Пуассона волокна и пряжи соответственно 0,3 и 0,5. При известной крутке пряжи $K = 967$ кр/м определяется угол кручения $\beta = 0,395$ рад $= 22,628^\circ$. Согласно формуле (7): $\sigma_{y^*}/\sigma_{f^*} = \tilde{\sigma}_y(\beta, v_f, v_y) = 0,796$.

Если принять во внимание только ориентацию волокон, то уменьшение прочности нити относительно прочности волокон составит $\sigma_{y^*}/\sigma_{f^*} = \cos^2\beta = 0,852$. Когда мы ввели в рассмотрение действие сжимающих сил, то уже тогда отмечали ожидаемое уменьшение прогнозируемой прочности

пряжи по сравнению с обычной схемой расчета. Действительно, из условий нагружения волокна, находящегося под действием растяжения и поперечного сжатия, следует соотношение $\sigma_f = E_f \varepsilon_f - 2v_f g$. Очевидно, что сжимающие напряжения g , возникающие в пряже вследствие пространственного расположения волокон при кручении и растяжении, обуславливают уменьшение растягивающих напряжений σ_f , что и показали приведенные расчеты.

Промежуточное положение занимает случай, когда коэффициент Пуассона и волокна, и пряжи равен $v_f = v_y = 0,5$. Тогда:

$$\sigma_{y^*} = \sigma_{f^*} \left(\frac{1}{4} + \frac{9}{4} \cos^2\beta + \frac{3\cos^2\beta}{1-\cos^2\beta} \text{Incos}\beta \right).$$

В нашем примере множитель $\left(\frac{1}{4} + \frac{9}{4} \cos^2\beta + \frac{3\cos^2\beta}{1-\cos^2\beta} \text{Incos}\beta \right)$ равен 0,784. Эта величина гораздо ближе к $\tilde{\sigma}_y(\beta, v_f, v_y) = 0,796$, чем к $\cos^2\beta = 0,852$.

Остается перейти от напряжений к силам, написать окончательное выражение и вычислить прочность пряжи. Рассматривая напряжение как внутреннюю силу, приложенную к волокну, а не к нити со свободным пространством между волокнами, отметим, что определять напряжение в нити и пряже как отношение силы к площади поперечного сечения пряжи (нити) $\pi d^2/4$ нельзя, так как нагрузку воспринимают только волокна, а в эту формулу площади входят и воздушные пустоты в нити. Нужно учесть лишь площадь волокон, попадающих в поперечное сечение нити, принимая во внимание и расположение волокон под углом к оси нити, и различную ориентацию волокон в радиальном направлении. Предпочтительно использовать удельное напряжение как силу, отнесенную к массе единицы длины. Единицей удельного напряжения является 1 Н/текс. Связь между обычным напряжением σ и удельным σ_s выражается формулой $\sigma = \sigma_s / \gamma$, где γ – плотность волокна. Принимая за единицу плотности

1 г/см³, единицу напряжения получаем равной 1 ГПа: удельное напряжение 1 Н/текс = плотность×напряжение 1 ГПа. Удельное напряжение разрывающегося хлопкового волокна длиной 2ℓ_s и прочностью 8,581 сН равно:

$$\sigma_f(8,581 \times 10^{-2}, T_f, \gamma_f) = \rho_f \gamma_f / T_f = 0,8 \text{ ГПа.}$$

Напряжение в пряже принимает величину:

$$\sigma_y = \sigma_f(8,581 \times 10^{-2}, T_f, \gamma_f) \times \tilde{\sigma}_y(\beta, v_f, v_y) = 0,637 \text{ ГПа.}$$

Прочность пряжи становится равной:

$$P_y = \sigma_y T_{29f2} / \gamma_f = 1,983 \text{ Н.}$$

Здесь записано T_{29f2} – линейная плотность разрывающегося пучка, состоящего из 29 хлопковых волокон. Окончательное соотношение для разрывной нагрузки пряжи получаем умножением P_y на коэффициенты реализации, скольжения и множитель (1+e), учитывающего как разрывающиеся, так и остальные, еще неразорванные, полиэфирные волокна, воспринимающие внешнюю нагрузку:

$$P_{y_реал} = P_y k_r k_s (1+e) = 2,026 \text{ Н} = 202,6 \text{ сН.}$$

В простейшем случае, когда учитывается только ориентация волокон, прочность пряжи равна 216,8 сН. Разница имеется; причем разность между результатами расчета растет с увеличением угла кручения. Уже при β = 33° имеем соответственно 154,6 и 180,4.

ВЫВОДЫ

В заключение отметим, что предсказания прочности пряжи по данным прочности ее компонент на аналитическом уровне пока не привели к результатам, позволяющим проектировать пряжу в условиях ее производства. Здесь возникает много вопросов, решение которых до сих пор неясно. К примеру, экстраполяция прочности

на малые разрывные длины, основанные на распределении Вейбулла, совершенно ненадежны. Уточнение теории пучка требует исчерпывающей статистической информации не только о прочности волокон, но и о распределении модуля упругости. Но изложенные в данной статье положения позволяют объяснить наблюдаемые изменения и характер разрушения в зависимости от структуры пряжи, объемного содержания компонентов, геометрических и механических свойств волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербаков В.П., Грачев А.В., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л. Теория проектирования нити с учетом взаимодействия волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №6. С. 306...310.
2. Щербаков В.П. Прикладная и структурная механика волокнистых материалов. – М.: "Тисо Принт", 2013.
3. Щербаков В.П., Скуланова Н.С. Основы теории деформирования и прочности текстильных материалов. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2008.
4. Hearle J.W.S., Grosberg P., Backer S. Structural Mechanics of Fibers // Yarns and Fabrics. – New York, 1969.
5. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела, – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979.

REFERENCES

1. Sherbakov V.P., Grachev A.V., Skulanova N.S., Polyakova T.I., Halezov S.L. Teoriya proektirovaniya niti s uchetom vzaimodejstviya volokon // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, №6. S.306...310.
2. Sherbakov V.P. Prikladnaya i strukturnaya mehanika voloknistyh materialov. – М.: "Tiso Print", 2013.
3. Sherbakov V.P., Skulanova N.S. Osnovy teorii deformirovaniya i prochnosti tekstilnyh materialov. – М.: MGTU im. A.N. Kosygina, 2008.
4. Hearle J.W.S., Grosberg P., Backer S. Structural Mechanics of Fibers // Yarns and Fabrics. – New York, 1969.
5. Rabotnov Yu.N. Mehanika deformiruемого твердого tela, – М.: Nauka. Glavnaya redakciya fiziko-matematicheskoy literatury, 1979.

Рекомендована кафедрой механических технологий волокнистых материалов РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 20.11.17.

УДК 687.122

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РЫНКА
МЕХОВОЙ ПРОДУКЦИИ В РОССИИ**

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF CONSUMER MARKET
OF FUR PRODUCTS IN RUSSIA**

М.А. ГУСЕВА, Е.Г. АНДРЕЕВА, И.А. ПЕТРОСОВА, Г.П. ЗАРЕЦКАЯ
M.A. GUSEVA, E.G. ANDREEVA, I.A. PETROSOVA, G.P. ZARETSKAYA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: guseva_marina67@mail.ru

В статье рассмотрены современные тенденции развития российского мехового рынка, представлен анализ потребительских предпочтений меховых изделий и перспектив развития меховой промышленности.

The paper presents the modern tendencies of development of the Russian fur market, an analysis of consumer preferences of fur products in Russia and prospect of development of the fur industry.

Ключевые слова: меховая промышленность, меховая одежда, головные уборы.

Keywords: the fur industry, fur clothing, headdresses.

Согласно "РБК.research" в 2014 г. объем розничных продаж меховых изделий в России составлял 115,3 млрд. руб., уменьшившись за предыдущий год на 0,1% [1], [2]. Агентством Euromonitor к 2013 г. был зафиксирован ежегодный прирост объема российского мехового рынка в среднем на 8% и прогнозировался рост оборота меховых изделий отечественного производства с 7,3 млрд. руб. (2012 г.) до 11,6 млрд. руб. к 2018 г. (при оценке доли 1044 российских производителей как 43% внутреннего мехового рынка) [3]. Предполагаемое увеличение спроса на меховую продукцию люксового сегмента связано с ростом количества

состоятельных россиян, являющихся основными потребителями предметов роскоши, количество которых в мире ежегодно растет. Однако современная экономическая обстановка в стране формирует вектор экономики в тратах потребителей и свидетельствует о росте цен в связи с текущим изменением курсов валют.

В то же время известны системные сырьевые проблемы меховой отрасли, которые привели к снижению выпуска пушнины с 40% общемирового производства (1980 г.) до 3% (2011 г.), вследствие чего 70% пушнины, реализуемой на российском рынке, имеют зарубежное происхождение [4]. С 2014 г. ва-

лютные цены на пушно-меховые шкурки на крупнейших мировых аукционах снизились на 30...40% [2], но из-за ослабления рубля российские покупатели снижения цен на меховые изделия могут и не заметить. Столь разнонаправленные текущие рыночные тенденции позволили выдвинуть гипотезу об изменении динамики развития российского потребительского рынка меховой продукции, для проверки которой был проведен опрос потребителей в различных регионах страны с использованием метода анкетирования [5].

В результате проведенного исследования установлено, что в настоящее время в меховой промышленности России активно производят продукцию из натурального меха свыше тысячи организаций и индивидуальных предпринимателей. Наиболее крупные из них расположены в Москве и Московской области, в Санкт-Петербурге, Татарстане, Кировской области, Новосибирской и Иркутской областях, в Ставропольском крае.

Российские производители пушно-меховых изделий используют для своей продукции преимущественно мех соболя, норки, песца, каракуля, бобра, рыси, кролика, хори, овчины, белки и др. К наиболее распространенному ассортименту выпускаемых изделий следует отнести: одежду (пальто, полупальто, куртки, жилеты), головные уборы. Увеличивается выпуск меховых аксессуаров (шарфы, рукавицы, перчатки, воротники, опушь, манжеты), а также нетрадиционного ассортимента (сумки, заколки, чехлы для телефонов, чехлы для автокресел, ободки и т.д.). Традиционно выпускаются меховые изделия спецназначения (для военнослужащих и рабочая одежда). Меховая продукция отечественных производителей имеет устойчивый спрос.

Представители населения каждого региона РФ имеют в своем гардеробе изделия из меха. Согласно данным опроса российские потребители не планируют отказываться от меховой продукции, что связано прежде всего с географической протяженностью и климатическими условиями России, обуславливающими высокую потребность

населения в качественной теплозащитной одежде. Население арктического, субарктического и умеренного климатических поясов отмечает необходимость наличия в собственном гардеробе одежды и головных уборов из натурального меха, обладающей помимо высоких теплозащитных свойств, хорошей гигроскопичностью, эргономичностью и эстетичностью. Тем не менее, население южных регионов страны с мягким теплым климатом объясняет наличие в своем гардеробе меховых вещей не столько необходимостью защиты от холода, сколько позиционированием "...более высокого социального статуса, присущего человеку с уровнем дохода, позволяющим приобрести роскошное меховое изделие".

Исследования выявили региональные особенности спроса, обусловленные климатическими условиями проживания, продолжительностью зимнего сезона, близостью приграничной торговли, состоянием товарного предложения, платежеспособностью населения. Лидером покупок являются меховые женские пальто (полупальто) – 51,75%, женские дубленки – 19,32%, женские головные уборы – 14,75%. К сожалению, хотя и с небольшим перевесом, покупатели предпочитают импортные меховые изделия (56,6 %) отечественным (43,3%).

В настоящее время пересматривается отраслевая промышленная политика с тенденцией финансирования мероприятий по продвижению отечественных товаров легкой промышленности, защите и поддержке производителей, что отражено в разработанной правительством обновленной Стратегии развития легкой промышленности до 2025 г. [5]. Благодаря противодействию ввозу контрафактной меховой продукции и технологической модернизации отраслевых предприятий реалистичным становится импортозамещение меховых изделий, обеспечивающее как более экономичные товары для покупателей, так и рост спроса на внутреннем рынке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приоритетные направления работы Российского пушно-мехового союза URL:<http://www.rpms.ru/> (дата обращения 29.09.2015)

2. Жаворонкова И. Российские покупатели меховой одежды не заметят падения цен на мировых аукционах// РБК от 05.03.2015 URL:<http://rbcdaily.ru/industry/562949994213619> (дата обращения 29.09.2015)

3. Fur and Fur Articles in Russia: ISIC 182/ Jun 2013.- 25 p. URL:<http://www.euromonitor.com/fur-and-fur-articles-in-russia-isic-182/report> (дата обращения 29.09.2015)

4. Отраслевая целевая программа "Развитие клеточного пушного звероводства в Российской Федерации на 2013-2020 годы"/ Утв. Приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 4 декабря 2013 г. № 450.

5. Маркетинговые исследования пушно-меховой индустрии России / Г.П. Зарецкая, И.А. Петрова, М.А. Гусева, Т.Л. Гончарова, Т.В. Мезенцева, Л.В. Лопасова. – М.: РМПС, 2015.

6. Стратегия развития легкой промышленности в Российской Федерации на период до 2025 года/ Проект Министерства промышленности и торговли РФ от 25.06.2015 URL:http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_rossii_na_period_do_2025_goda (дата обращения 29.09.2015)

2. Zhavoronkova I. Rossijskie pokupateli mehovoj odezhdy ne zametyat padeniya cen na mirovyh aukcionah// RBK ot 05.03.2015 URL:<http://rbcdaily.ru/industry/562949994213619> (data obrasheniya 29.09.2015)

3. Fur and Fur Articles in Russia: ISIC 182/ Jun 2013.- 25 p. URL:<http://www.euromonitor.com/fur-and-fur-articles-in-russia-isic-182/report> (data obrasheniya 29.09.2015)

4. Otrasleyaya celevaya programma "Razvitie kletochnogo pushnogo zverovodstva v Rossijskoj Federacii na 2013-2020 gody"/ Utv. Prikazom Ministerstva selskogo hozyajstva RF ot 4 dekabrya 2013 g. № 450/

5. Marketingovye issledovaniya pushno-mehovoj industrii Rossii / G.P. Zareckaya, I.A. Petrosova, M.A. Guseva, T.L. Goncharova, T.V. Mezenceva, L.V. Lopasova. – М.: RMPS, 2015.

6. Strategiya razvitiya legkoj promyshlennosti v Rossijskoj Federacii na period do 2025 goda/ Proekt Ministerstva promyshlennosti i trgovli RF ot 25.06.2015 URL:http://minpromtorg.gov.ru/docs/#!strategiya_razvitiya_legkoy_promyshlennosti_rossii_na_period_do_2025_goda (data obrasheniya 29.09.2015)

REFERENCES

1. Prioritetnye napravleniya raboty Rossijskogo pushno-mehovogo soyuza URL:<http://www.rpms.ru/> (data obrasheniya 29.09.2015)

Рекомендована кафедрой художественного моделирования, конструирования и технологии швейных изделий. Поступила 06.02.17.

УДК 677.024

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ СТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ НА СМАЧИВАЕМОСТЬ ЗАМАСЛИВАЮЩЕЙ ЭМУЛЬСИЕЙ

RESEARCH OF INFLUENCE OF ROUGHNESS OF STEEL SAMPLES ON WETTABILITY THE MAKING OILY EMULSION

А.В. МЕДВЕДЕВ, К.Э. РАЗУМЕЕВ
A.V. MEDVEDEV, K.E. RAZUMEEV

(АО "НПО Стеклопластик" филиал НПК "Терм", Москва,
Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(JSC "NPO Stekloplastik" affiliat NPK "Therm", Moscow,
Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))
E-mail: 24091955@mail.ru, k.razumeev@rambler.ru

Проведены исследования по влиянию шероховатости стальных образцов на смачиваемость замасливающей эмульсией. Определена зависимость величины краевого угла смачивания замасливающей эмульсией на основе водного раствора препарата АВИБ-Б от параметров шероховатости Ra стальных образцов. Рассмотрены вопросы соотношения истинной и геометрической

поверхности образцов шероховатости с параметром шероховатости поверхности Ra от 1,600 до 0,0125 мкм. С учетом параметров шероховатости поверхности элементарных нитей оксида алюминия при проектировании диска замамливающего устройства назначается параметр шероховатости Ra, равный 0,100 мкм.

The results of determination of optimal roughness of the disk for oiling of the threads produced out of aluminium oxide. The function of the wetting angle of sizing emulsion was determined as based on an aqueous solution of the drug AVIV-B and the parameters of roughness Ra of the steel samples. As the samples for research were used samples with the levels of the parameter of surface roughness from 1.600 to 0.0125 micrometer. Given the parameters of surface roughness of filaments of aluminum oxide in the design of the sizing disk unit is assigned to the roughness parameter Ra equal 0,100 micrometer.

Ключевые слова: параметры шероховатости, краевой угол смачивания, замамливающий диск, нити из оксида алюминия.

Keywords: the disk to oiling, the roughness parameters, the threads of the aluminum oxide.

С целью подготовки к текстильной переработке пряжа и нити подвергаются обработке текстильно-вспомогательными веществами (ТВВ). Для нанесения ТВВ используются замамливающие устройства различного типа. Основным требованием к замамливающим устройствам является нанесение заданного количества ТВВ на нить и равномерное распределение по сечению нити. Этим требованиям в наибольшей мере удовлетворяют замамливающие устройства дискового типа [1], [2].

При проектировании замамливающего диска одним из важных показателей служит параметр шероховатости механически обработанной поверхности Ra – среднее арифметическое из абсолютных отклонений профиля поверхности. Это объясняется существенным влиянием микрорельефа рабочей поверхности диска на смачиваемость, количественной мерой которой служит краевой угол.

Целью работы является исследование зависимости величины краевых углов смачивания замамливающей эмульсии на основе водного раствора препарата АВИБ-Б от параметров шероховатости стальных образцов.

В экспериментах использовали замамливающую эмульсию на основе водного рас-

твора препарата АВИБ-Б, UN 3082, ТУ 2484-054-17965-829–2005 8% (масс). Физико-химические характеристики замамливающей эмульсии:

- динамическая вязкость $1,285 \text{ Па} \cdot \text{с} \cdot 10^{-3}$;
- поверхностное натяжение $36,02 \text{ мДж/м}^2$.

Определение краевого угла смачивания осуществляли на стальных образцах шероховатости, шлифованных плоских, ГОСТ 9378–93 с параметрами шероховатости поверхности Ra от 1,600 до 0,0125 мкм. Климатические условия в лаборатории: относительная влажность воздуха $60 \pm 5 \%$, температура воздуха 20°C .

На приборе Tracker (Франция) измерены краевые углы натекания эмульсии на твердые поверхности стальных образцов. Параметры шероховатости Ra образцов и величина краевого угла смачивания представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Ra, мкм	Краевой угол смачивания, град
1,600	116,20
0,800	114,70
0,400	108,06
0,200	101,40
0,100	98,60
0,050	97,90
0,025	97,10
0,0125	96,90

Зависимость величины краевого угла смачивания эмульсией на основе водного раствора препарата АВИБ-Б от параметра шероховатости R_a стальных образцов представлена на рис. 1.

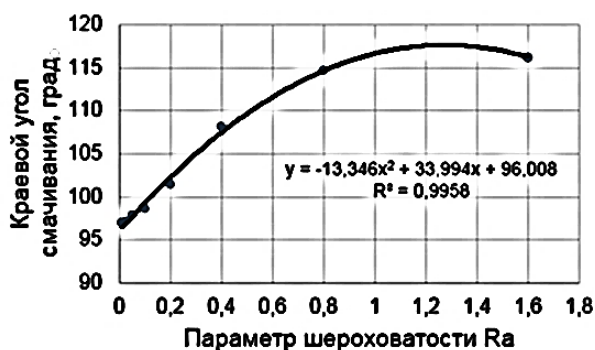


Рис. 1

При достижении равновесия растекание капли по твердой поверхности прекратится при достижении равновесия, которое без учета сил тяжести может быть описано уравнением Юнга:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{13} - \sigma_{12}}{\sigma_{23}}, \quad (1)$$

где σ_{13} , σ_{12} и σ_{23} – удельные свободные поверхностные энергии на границах раздела твердое тело/газ, твердое тело/ жидкость и жидкость/газ.

Используя уравнение (1), рассчитали краевой угол смачивания идеально гладкой стальной поверхности эмульсией замасливателя АВИБ, величина которого составляла $91,12^\circ$.

$$S_{dr} = \frac{1}{A} \left[\iint_A \left(\sqrt{1 + \left(\frac{\partial z(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial z(x, y)}{\partial y} \right)^2} - 1 \right) dx dy \right], \quad (2)$$

где A – область определения; x, y – координаты по осям X, Y правосторонней декартовой системы координат; z – координата по оси Z , направленной наружу (от материала к окружающей среде).

Государственный стандарт [7] для практического применения относится к работе [8], в которой авторы приводят общие правила вычисления приращения поверхности,

Поверхность твердых тел имеет микро-неровности с определенными параметрами шероховатости. Наличие шероховатой поверхности приводит к увеличению площади фактического контакта жидкости с твердым телом по сравнению с идеально гладкой поверхностью. Коэффициент, показывающий, во сколько раз увеличилась фактическая площадь контакта жидкости на шероховатой поверхности по сравнению с идеально гладкой поверхностью, иногда называют коэффициентом шероховатости. Коэффициент шероховатости исследователи обозначают следующим образом: Зимон А.А. – R_Δ [3], Сумм Б.Д. – K [4], Черный А.А. – K_{Ra} [5].

В настоящее время не существует устоявшейся методики определения площади шероховатой поверхности. По всей видимости, это связано с тем, что в российской системе стандартов на шероховатость отсутствуют стандарты, регламентирующие трехмерную оценку топографии поверхности [6]. Государственный стандарт [7] устанавливает термины, определения и параметры для оценки структуры поверхности профильными методами. Стандарт вводит аналогичное коэффициенту шероховатости понятие – развернутое соотношение пограничной площади поверхности ограниченного масштаба S_{dr} (developed interfacial area ratio scale-limited surface): отношение прироста пограничной площади ограниченного масштаба в области определения к области определения:

условно разбив ее на ареальные элементы (наименьшие прямоугольники). Определение площади ареального элемента – четырехугольника $ABCD$ с координатами (x_i, y_j) ($i = 1, 2, \dots, M-1; j = 1, 2, \dots, N-1$) достаточно сложно само по себе. Задача усложняется тем, что четыре угла указанного четырехугольника могут находиться не в одной плоскости. В таком случае прямоугольник

считают состоящим из двух треугольников ABD и BCD (рис. 2 – принципиальная схема приращенной поверхности), площади которых должны определяться по отдельности. Методика определения площади ареальных элементов не приводится, кроме того, определение $S_{др}$ профильными методами осуществляется без учета субмикрощероховатости поверхности твердого тела.

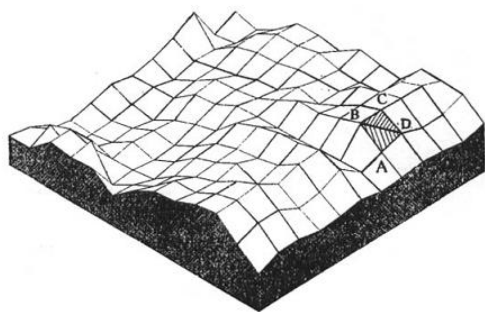


Рис. 2

Силы межатомного взаимодействия имеют электрическую природу в виде ионной, ковалентной, металлической или молекулярной связи. Физико-химические процессы, протекающие на границе раздела, достаточно хорошо исследованы и основаны на модели парного взаимодействия частиц, одной из составляющих которого является диполь-дипольное взаимодействие Ван-дер-Ваальса [9], [10].

Определение площади, на которой происходит взаимодействие ионов, атомов и молекул, с большой точностью возможно только в случаях адсорбции и образования мономолекулярного слоя газа на поверхности. В электрохимии истинную площадь поверхности, отнесенную к единице геометрической площади, принято называть фактором шероховатости [11]:

$$f_{ш} = \frac{A}{A_g},$$

где A – истинная площадь поверхности; A_g – геометрическая площадь поверхности.

Примерные значения фактора шероховатости приведены в табл. 2 [12].

Таблица 2

Металл	$f_{ш}$
Торий (спеченное покрытие, зерно 1...10 мкм)	8,8
Никель шлифованный	9,7
Тантал шлифованный	10
Барий (пленка, напыленная в вакууме)	12...17
Цирконий (покрытие, зерно 1-10 мкм)	33

Соотношение краевых углов смачивания гладкой и шероховатой поверхности связано уравнением Венцеля-Дерягина:

$$\cos \theta_{ш} = f_{ш} \cos \theta, \quad (3)$$

где θ , $\theta_{ш}$ – краевые углы гладкой и шероховатой поверхности.

Исследования, проводимые в последнее время, показали, что для определения величины фактора шероховатости недостаточно профиля поверхности, необходимо иметь данные по геометрии всей поверхности, моделирование которой является сложным процессом [5], [13], [14].

В работе [14] фактор шероховатости определялся как отношение параметра R_a исследуемого образца, определенного с помощью профилометра-профилографа к параметру R_a полированной поверхности образца из того же материала.

Аппроксимация зависимости величины факторов шероховатости от параметра шероховатости R_a по данным литературных источников [5], [12], [15], [16] и [14] представлена на рис. 3 (ряд 1) и (ряд 2) соответственно.

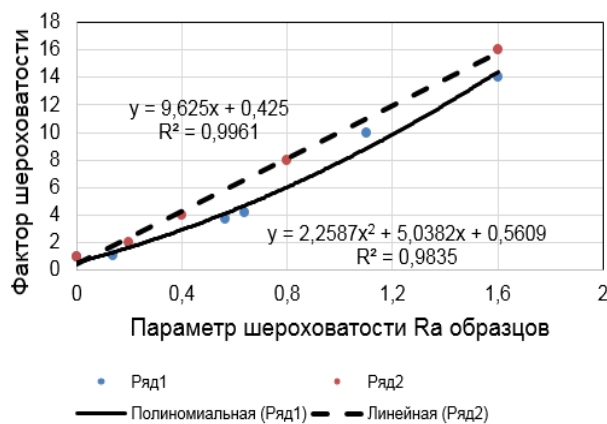


Рис. 3

Оценка точности приближения функции $y=f(x)$ к экспериментальным данным проводилась по методу наименьших квадратов и наименьших модулей [17]. Коэффициенты достоверности аппроксимации R^2 показывают высокую степень соответствия трендовой модели исходным данным.

По уравнению (2) рассчитаны значения краевых углов смачивания для образцов с параметром шероховатости R_a от 1,6 до 0,10 мкм. Значения измеренных и расчетных углов смачивания, полученные по уравнению (2), приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Ra, мкм	Краевой угол смачивания, град	
	измеренный	расчетный
1,600	116,2	104
0,800	114,7	96
0,400	108,06	93
0,200	101,4	92,5
0,100	98,6	91,5

На рис. 4 представлена зависимость измеренного (ряд 1) и расчетного (ряд 2) углов смачивания от параметра шероховатости образцов R_a . Сравнительно небольшая разница между измеренными и расчетными углами смачивания может объясняться тем, что капля на поверхности шероховатого тела может не полностью занимать промежутки между выступами. В некоторых случаях между жидкостью и твердым телом может находиться газ.

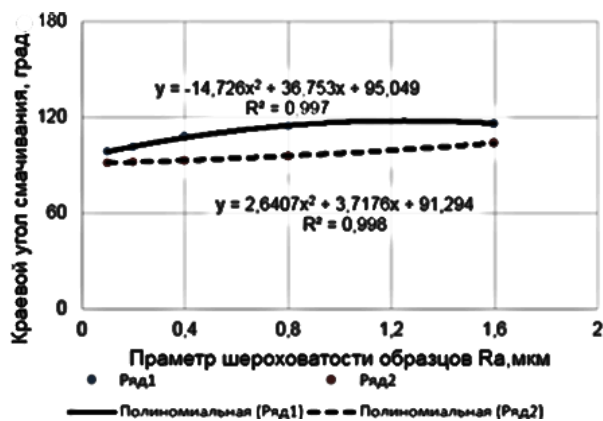


Рис. 4

Краевой угол, который образуется на шероховатой поверхности $\theta_{ш}$, определяется краевым углом и углом ϕ , характери-

зующим наклон выступа шероховатости (рис. 5 – капля жидкости на шероховатой поверхности). Краевой угол на шероховатой поверхности равен:

$$\theta_{ш} = \theta + \phi. \quad (4)$$

Из уравнения (4) следует, что краевой угол на шероховатой поверхности $\theta_{ш}$ отличается от краевого угла θ , который имеет место на гладкой поверхности, на угол ϕ . Угол ϕ в соответствии с рис. 4 равен:

$$\operatorname{tg}\phi = -\frac{dz}{dx},$$

где dz/dx – наклон оцениваемого профиля [18].

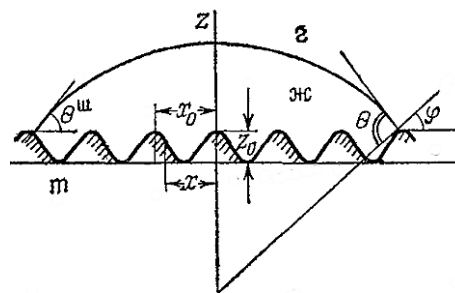


Рис. 5

Угол ϕ является переменной величиной и зависит от высоты выступа шероховатости z_0 , расстояния между выступами x_0 и положением точки x (рис. 4) [4]:

$$\phi = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{2\pi z_0}{x_0} \sin \frac{2\pi x}{x_0}\right). \quad (5)$$

Очевидно, что прослеживается зависимость, хорошо описываемая теоретическими уравнениями (2) и (5). Для достижения лучшего растекания замазывающей эмульсии по поверхности стального диска, необходимо чтобы при данных параметрах шероховатости R_a этого диска угол смачивания был минимальным. Минимальный краевой угол смачивания, равный $96,9^\circ$, определен экспериментально для образца с параметром шероховатости R_a , равным

0,0125 мкм. Однако с учетом параметров шероховатости поверхности элементарных нитей оксида алюминия [19] необходимо применять по возможности больший параметр шероховатости поверхности. Исходя из этого, при проектировании диска замасливающего устройства должен назначаться параметр шероховатости Ra, равный 0,100 мкм. Тем более, что величина краевого угла смачивания образцов с параметрами шероховатости Ra, равным 0,0125 мкм, и Ra, равным 0,100 мкм, отличается менее чем на 2%.

ВЫВОДЫ

1. Измерены краевые углы натекания жидкости на поверхности стальных образцов с различными параметрами шероховатости.

2. Рассчитан теоретический угол смачивания идеально гладкой стальной поверхности 8%-ной эмульсией замасливателя АВИБ-Б.

3. Определена зависимость краевых углов смачивания от параметров шероховатости Ra стальных образцов шероховатости.

4. Коэффициенты достоверности аппроксимации R^2 показывают высокую степень соответствия трендовой модели исходным данным.

5. Наиболее полное смачивание поверхности имеет стальной образец с параметром шероховатости Ra, равным 0,0125 мкм.

6. Исходя из параметров шероховатости элементарных нитей из оксида алюминия при проектировании диска замасливающего устройства должен назначаться параметр шероховатости Ra, равный 0,100 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шахова Н.В., Усенко В.А., Родионов В.А. Кручение и перемотка химических нитей. – М.: Высшая школа, 1975.

2. Прошков А.Ф. Расчет и проектирование машин для производства технических нитей и волокон. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2001.

3. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. – М.: Химия, 1974.

4. Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физические основы смачивания и растекания. – М.: Химия, 1976.

5. Черный А.А., Мащенко С.В., Гончаров В.В. Моделирование ион-атомных взаимодействий при

корпускулярной бомбардировке поверхности стальных образцов // Проблемы машиностроения. – 2014. Т. 17, №4. С. 59...64.

6. Давыдов М.В. Анализ международной практики профильной и трехмерной оценки шероховатости поверхности // Ученые заметки ТОГУ. – 2013. Том. 4, №4. С. 1061...1074.

7. ГОСТ Р ИСО 25178-2–2014. Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Ареал. Часть 2. Термины, определения и параметры структуры поверхности.

8. Stout K.J. et al. The Development of Methods for Characterisation of Roughness in Three Dimensions. – Penton Press Kogan Page Ltd, 2000.

9. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. – М.: Мир, 1979.

10. Моррисон С. Химическая физика поверхности твердого тела. – М.: Мир, 1980.

11. Трасатти С., Петрий О.А. Измерение истинной поверхности в электрохимии // Электрохимия. – 1993, том 29, №4. С. 557...575.

12. Глебов Г.Д. Поглощение газов активными металлами. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961.

13. Киселев М.Г., Корзун П.О., Павич Т.П. Определение вида микрорельефа обработанной поверхности, обеспечивающего ее наибольшую площадь и объем при контактировании с жидкостью // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2009, №4. С. 40...52.

14. Киселев М.Г., Савич В.В., Павич Т.П. Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях // Вестник БНТУ, №1, 2006. С.38...41.

15. Зайченко Н.А., Васильева В.И., Григорчук О.В., Гречкина М.В., Богатиков Е.В. Анализ микрорельефа и шероховатости поверхности ионообменных мембран методом атомно-силовой микроскопии // Вестник Воронежского гос. ун-та. – 2009, №1. С. 5...14.

16. Горбунов А.В. Совершенствование технологии производства холоднокатаной листовой стали с требуемыми характеристиками микротопографии поверхности для автомобильной промышленности: Дис...канд. техн. наук. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2011.

17. Авдюшев В.А., Мезенцева А.Д. Метод наименьших модулей и его эффективность при обработке измерений с ошибками различного распределения // Изв. вузов. Физика. – 2012. Т. 55, № 10/2. С.68...76.

18. ГОСТ Р ИСО 4287–2014. Геометрические характеристики изделий (GPS). Структура поверхности. Профильный метод. Термины, определения и параметры структуры поверхности.

19. Medvedev A.V., Sertsova A.A., Razumeev K.É. Surface roughness of elementary aluminum oxide filaments // Glass and ceramics. – Vol. 69, № 5...6. P.197...199.

REFERENCES

1. Shahova N.V., Usenko V.A., Rodionov V.A. Kruchenie i peremotka himicheskikh nitej. – М.: Vysshaya shkola, 1975.

2. Proshkov A.F. Raschet i proektirovanie mashin dlya proizvodstva tehniceskikh nitej i volokon. – M.: RIO MGTU im. A.N. Kosygina, 2001.

3. Zimon A.D. Adgeziya zhidkosti i smachivanie. – M.: Himiya, 1974.

4. Summ B.D., Goryunov Yu.V. Fizicheskie osnovy smachivaniya i rastekaniya. – M.: Himiya, 1976.

5. Chernyj A.A., Mashenko S.V., Goncharov V.V. Modelirovanie ion-atomnyh vzaimodejstvij pri korpuskulyarnoj bombardirovke poverhnosti stalnyh obrazcov // Problemy mashinostroeniya. – 2014. T. 17, №4. S. 59...64.

6. Davydov M.V. Analiz mezhdunarodnoj praktiki profilnoj i trehmernoj ocenki sherohovatosti poverhnosti // Uchenye zametki TOGU. – 2013. Tom. 4, №4. S. 1061...1074.

7. GOST R ISO 25178-2–2014. Geometricheskie harakteristiki izdelij (GPS). Struktura poverhnosti. Areal. Chast 2. Terminy, opredeleniya i parametry struktury poverhnosti.

8. Stout K.J. et. al. The Development of Methods for Characterisation of Roughness in Three Dimensions. – Penton Press Kogan Page Ltd, 2000.

9. Adamson A. Fizicheskaya himiya poverhnostej. – M.: Mir, 1979.

10. Morrison S. Himicheskaya fizika poverhnosti tverdogo tela. – M.: Mir, 1980.

11. Trasatti S., Petrij O.A. Izmerenie istinnoj poverhnosti v elektrohimii // Elektrohimiya. – 1993, tom 29, №4. S. 557...575.

12. Glebov G.D. Pogloshenie gazov aktivnymi metallami. – M.-L.: Gosenergoizdat, 1961.

13. Kiselev M.G., Korzun P.O., Pavich T.P. Opredelenie vida mikrorelefa obrabotannoj poverhnosti,

obespechivayushego ee naibolshuyu ploshad i obem pri kontaktirovanii s zhidkostyu // Vestnik GGTU im. P.O. Suhogo. – 2009, №4. S. 40...52.

14. Kiselev M.G., Savich V.V., Pavich T.P. Opredelenie kraevogo ugla smachivaniya na ploskih poverhnostyah // Vestnik BNTU, №1, 2006. S.38...41.

15. Zajchenko N.A., Vasileva V.I., Grigorchuk O.V., Grechkina M.V., Bogatkov E.V. Analiz mikrorelefa i sherohovatosti poverhnosti ionoobmennyyh membran metodom atomno-silovoj mikroskopii // Vestnik Voronezhskogo gos. un-ta. – 2009, №1. S. 5...14.

16. Gorbunov A.V. Sovershenstvovanie tehnologii proizvodstva holodnokatanoy listovoj stali s trebuemyimi harakteristikami mikrotopografii poverhnosti dlya avtomobilnoj promyshlennosti: Dis...kand. tehn. nauk. – Magnitogorsk: MGTU im. G.I. Nosova, 2011.

17. Avdyushev V.A., Mezenceva A.D. Metod naimenshih modulej i ego effektivnost pri obrabotke izmenenij s oshibkami razlichnogo raspredeleniya // Izv. vuzov. Fizika. – 2012. T. 55, № 10/2. S.68...76.

18. GOST R ISO 4287–2014. Geometricheskie harakteristiki izdelij (GPS). Struktura poverhnosti. Profilnyj metod. Terminy, opredeleniya i parametry struktury poverhnosti.

19. Medvedev A.V., Sertsova A.A., Razumeev K.E. Surface roughness of elementary aluminum oxide filaments // Glass and ceramics. – Vol. 69, № 5...6. P.197...199.

Рекомендована кафедрой прядения РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 09.10.17.

УДК 311.2; 691

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЯ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА

THE FORMATION OF A DATABASE ON THE USE OF TECHNICAL TEXTILES IN VARIOUS FIELDS OF CONSTRUCTION

*О.А. СОЛОВЬЕВА, Н.А. ГРУЗИНЦЕВА, Б.Н. ГУСЕВ
O.A. SOLOVIEVA, N.A. GRUZINTSEVA, B.N. GUSEV*

(Ивановский государственный политехнический университет)
(Ivanovo State Polytechnical University)

E-mail: solovyeva.14@mail.ru

В статье обоснована актуальность применения технического текстиля в различных областях строительства. Авторами предложен алгоритм формирования базы данных по выбору необходимого вида технического текстиля в зависимости от области строительства.

In the article the actuality of application of technical textiles in various fields of construction. The authors proposed the algorithm of formation of a database for choosing the appropriate type of technical textiles depending on the field of construction.

Ключевые слова: база данных, текстильные материалы, области строительства, дорожное строительство, геотекстильные материалы.

Keywords: database, of textile material, construction, road construction, geotextiles.

Современные экономические условия ставят перед отечественными текстильными предприятиями задачи, направленные на планирование и реализацию конкурентоспособной ассортиментной политики. Данная проблема решается с помощью внедрения на производстве высокоэффективных инновационных технологий и выпуска новых видов продукции [1].

Большую долю в производимом объеме современных инновационных материалов занимает технический текстиль. По данным [2] технический текстиль является наиболее перспективным материалом, используемым практически во всех областях промышленного производства. Наиболее широко технический текстиль используется в различных областях строительства. Как показывает мировой и отечественный опыт, применение технического текстиля, как альтернативы традиционным строительным материалам, позволяет значительно снизить стоимость строительства, повысить надежность, долговечность и безопасность возводимых объектов [3].

Наряду с традиционными видами материалов (текстильные обои, геотекстильные материалы), используемых в строительстве, появляются новые виды, например, бентонитовые маты и др. [4]. Для рационального выбора профильных материалов с соответствующими характеристиками при проектировании строительных объектов (например, при ремонте, капитальном ремонте и строительстве дорожных коммуникаций) необходимо создание специальной постоянно пополняющейся базы данных [5], [6].

При составлении базы данных в качестве методической основы использовали рекомендации [7]. Формирование базы дан-

ных на первом уровне начинали с определения вида строительных работ в зависимости от возводимых объектов. В соответствии с [8] отраслевая классификация объектов строительства выглядит следующим образом: объекты промышленного строительства (заводы, фабрики); объекты гражданского строительства (жилые дома, общественные здания, торговые комплексы, склады); объекты сельскохозяйственного строительства; объекты транспортного строительства (дороги, линейные объекты, мосты, тоннели); объекты военного назначения (военное строительство); объекты гидротехнического назначения (плотины, дамбы, каналы, берегоукрепительные сооружения и устройства, водохранилища); объекты гидромелиоративного назначения (системы орошения, осушения), а также объекты энергетического строительства.

На следующем уровне выделяли основные функции, выполняемые текстильным материалом на конкретном объекте строительства. Например, в соответствии с [9] при строительстве и ремонте автомобильных дорог технический текстиль (геотекстильные материалы) выполняет следующие функции: армирование, разделение, фильтрация, дренирование, борьба с эрозией, теплоизоляция и защита.

Последующий уровень отражает отдельные блоки, в которых указывается название технического текстиля и его основные характеристики (например, состав, определяющие свойства и т.п.).

Пример создания базы данных по использованию геотекстильных материалов на объекте транспортного строительства представлен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Вид строительных работ	Функция материала	Наименование материала	Характеристика материала	
			сырьевой состав	область применения
Дорожное строительство	Армирование, разделение	Георешетки тканые	Полипропилен, полиэфир	Укрепление слабых, неустойчивых грунтов и разделение слоев; землеустройство, дренажные работы, ландшафтный дизайн; укрепление берегов, откосов, склонов и т.п.
	Армирование	Георешетки нетканые	Полиэтилен, полипропилен, полиэфир	
	Армирование, разделение	Георешетки вязаные	Полиэтилен, полипропилен, полиэфир	
	Армирование, защита	Геополотна тканые	Полиэтилен, полиэфир	Отделение дорожного покрытия от грунта; землеустройство, ландшафтный дизайн, дренажные работы; возведение подпорных конструкций и фундаментов; балластировка трубопроводов; прокладка коммуникаций; укрепление склонов и берегов декоративных водоемов и бассейнов и т.п.
	Разделение, фильтрация, дренирование, борьба с эрозией, теплоизоляция, защита, гидроизоляция	Геополотна нетканые	Полиэтилен, полипропилен, полиэфир	
	Армирование, фильтрация, защита	Геополотна вязаные	Полиэтилен, полипропилен, полиэфир	
	Армирование	Геооболочки	Полиэтилен, полипропилен, полиэфир	Укрепление естественных и искусственных откосов и склонов, подпорных стен; при прокладке трубопроводов, теплопроводов, водопроводов и т.п.
	Геоматы вязаные			
	Геоматы нетканые			
	Геоматы плетеные			
	Борьба с эрозией	Геосетки вязаные	Полипропилен, полиэфир, полиамид	
Геосетки плетеные				

ВЫВОДЫ

Предложен вариант формирования специализированных баз данных по использованию технического текстиля в различных областях строительства, что позволяет проектным и строительно-монтажным организациям проектировать объекты строительства с необходимыми технико-экономическими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алоян Р.М., Петрухин А.Б., Грузинцева Н.А. Тенденции и перспективы применения геотекстильных материалов в дорожном строительстве // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2017, №2. С. 318...321.
2. [http:// minpromtorg.gov.ru](http://minpromtorg.gov.ru) (дата обращения 20.11.2017).
3. Федосов С.В., Поспелов П.И., Гойс Т.О., Грузинцева Н.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических

ких материалов в дорожном строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2016, №1. С. 101...106.

4. ТУ-5774-002-38397632–2015. Bentonитовый шнур. Гидропрокладка. WATER-STOP.

5. Свидетельство о регистрации электронного ресурса №21724. Программа для формирования базы данных по контролируемым параметрам процессов производства тканых геотекстильных материалов / Грузинцева Н.А. Кусенкова А.А., Гусев Б.Н.

6. Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н., Румянцева В.Е., Красильников И.В. Совершенствование нормативного обеспечения качества технического текстиля в дорожно-транспортном комплексе // Физика волоконистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2017, №1(1). С. 380...387.

7. Карпова И.П. Базы данных. – СПб.: Питер, 2013.

8. Болотин С.А. Организация строительного производства. – М.: Издательский центр "Академия", 2007.

9. ОДМ 218.5.005–2010. Отраслевой дорожный методический документ. Классификация, термины, определения геосинтетических материалов применительно к дорожному хозяйству.

REFERENCES

1. Aloyan R.M., Petruhin A.B., Gruzinceva N.A. Tendencii i perspektivy primeneniya geotekstilnykh materialov v dorozhnom stroitelstve // Izv. vuzov. Tehnologiya tekstilnoj promyshlennosti. – 2017, №2. S. 318...321.

2. [http:// minpromtorg.gov.ru](http://minpromtorg.gov.ru) (data obrasheniya 20.11.2017).

3. Fedosov S.V., Pospelov P.I., Gojs T.O., Gruzinceva N.A., Matrohin A.Yu., Gusev B.N. Problemy ocenki kachestva i standartizacii geosinteticheskikh materialov v dorozhnom stroitelstve // Academia. Arhitektura i stroitelstvo. 2016, №1. S. 101...106.

4. ТУ-5774-002-38397632–2015. Bentonitovyy shnur. Hidroprokladka. WATER-STOP.

5. Svidetelstvo o registracii elektronnoho resursa №21724. Programma dlya formirovaniya bazy dannykh po kontroliruемым parametram processov proizvodstva tkanykh geotekstilnykh materialov / Gruzinceva N.A. Kusenkova A.A., Gusev B.N.

6. Gruzinceva N.A., Gusev B.N., Rumyanцева V.E., Krasilnikov I.V. Sovershenstvovanie normativnogo obespecheniya kachestva tehniceskogo tekstilya v dorozhno-transportnom komplekse // Fizika voloknistykh materialov: struktura, svojstva, naukoemkie tehnologii i materialy (SMARTEX). – 2017, №1(1). S.380...387.

7. Karpova I.P. Bazy dannykh. – SPb.: Piter, 2013.

8. Bolotin S.A. Organizaciya stroitel'nogo proizvodstva. – М.: Izdatelskij centr "Akademiya", 2007.

9. ODM 218.5.005–2010. Otrasleyoj dorozhnyj metodicheskij dokument. Klassifikaciya, terminy, opredeleniya geosinteticheskikh materialov primenitelno k dorozhnomu hozyajstvu.

Рекомендована кафедрой материаловедения и товароведения, метрологии и стандартизации. Поступила 04.12.17.

УДК 677.026, 685.343

МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУР ПРОСТЫХ ВИДОВ ТКАЦКИХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕСШОВНЫХ ЗАГОТОВОК ВЕРХА ОБУВИ

MODIFIED STRUCTURE OF PLANE WEAVES FOR MANUFACTURE OF SEAMLESS SHOES UPPERS

В.С. БЕЛГОРОДСКИЙ, В.В. КОСТЫЛЕВА, Е.В. ЛУНИНА
V.S. BELGORODSKY, V.V. KOSTYLEVA, E.V. LUNINA

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art))
E-mail: rectorat_1930@mail.ru, kostyleva.vv@mail.ru, katushty@hotmail.com

В статье представлено описание разработанных методов модификации простых ткацких переплетений в триаксиальные и четырехаксиальные плетеные структуры. Показана перспективность использования предложенных видов плетеных материалов в производстве заготовок верха обуви с регулируемыми эргономическими и эксплуатационными показателями.

The article presents description of the developed methods of modifying plane weaves in three-axial and four-axial braided structures. Developed modification techniques are successfully applied in the manufacture of seamless shoes uppers.

Ключевые слова: ткацкие переплетения, заготовка верха обуви, плетеная структура, способы плетения.

Keywords: weaves, shoes upper, braided structure, weaving methods.

На протяжении нескольких лет в РГУ им. А.Н. Косыгина ведутся научные исследования в области проектирования и изготовления плетеных предметов одежды и обуви с модифицированными ткаными структурами [1...4]. По результатам проведенного анализа переплетений, использовавшихся в реликтовой плетеной обуви, и ткацких переплетений, выявлена возможность модификации простых видов переплетений для изготовления заготовок верха обуви. Теоретически выделено три метода модификации структуры: комбинация полос из различных материалов (без изменения переплетения); модификация переплетения за счет введения дополнительных систем полос; комбинированный: одновременное использование полос из разных материалов и дополнительных систем полос [2].

Экспериментальная модификация ткацких переплетений проведена всеми тремя методами. За основу взята структура простого дваосиального переплетения из кожаных полос, текстильной тесьмы или комбинированием материалов.

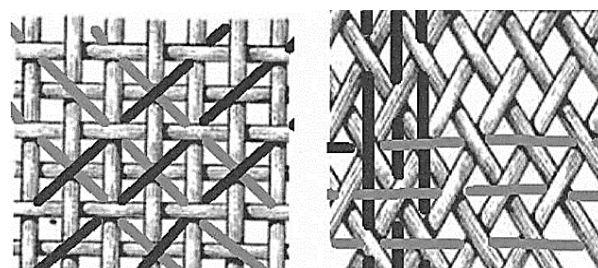
При изготовлении плетеных изделий дваосиальное переплетение модифицировалось прямым и косым плетениями. Дополнительные полосы вводили двумя способами:

- дублирующие положения основных для более плотного заполнения структуры и сокращения пористости;

- расположенные под заданным углом к полосам основного дваосиального переплетения.

При прямом и косом плетении дополнительные полосы можно вводить под углом 45° к полосам основного переплетения или располагая по "действительной косой" в элементарных ячейках (рис. 1-а, б – способы введения третьей полосы в структуру

дваосиального прямого (а) и косого (б) плетений).



а)

б)

Рис. 1

Введением дополнительной системы полос можно формировать два основных вида триосиальных переплетений: междукрестное и межзастильное [1]. Различные преобразования двух способов формирования триосиальной структуры, такие как их чередование в одной плетеной структуре, изменение длины перекрытий и т.д., позволяют разнообразить внешний вид плетеных изделий, а также оказывать существенное влияние на физико-механические свойства получаемых структур [3]. При введении дополнительных систем полос в дваосиальную структуру можно также получить четырехосиальное переплетение, которое отличается минимальной анизотропией свойств и повышенной формоустойчивостью [1].

В проведенных работах [4] обосновано, что введение дополнительных систем полос позволяет:

- повысить прочностные характеристики оболочки;

- свести к минимуму изменение сетевых углов;

- изменить зонально или целиком свойства оболочки за счет использования дополнительных систем нитей с показателями, отличными от двух/трех основных систем нитей;

- расширить возможности реализации конструкторско-дизайнерских идей при выборе цветовых сочетаний и визуальных эффектов.

Для фиксации формы плетеной обложки верха обуви мы рекомендуем использовать введение дополнительной системы полос, расположенных по направлению деформационных воздействий, возникающих при эксплуатации обуви. Как показали проведенные исследования, введение дополнительной системы полос в двуаксиальную структуру позволяет не только зафиксировать объемную форму изделия, но и придать ему большую износоустойчивость [3]. Способ введения полос третьей системы определяется структурными показателями, видом переплетения исходной двуаксиальной заготовки и рисунком внешнего вида участков обложки с триаксиальным переплетением.

Швейные и обувные материалы, в частности, кожа, по своей структуре сложные системы, состоящие из ряда подсистем, моделью которых могут быть кинетические элементы-релаксаторы. Ввиду структурной неоднородности материала эти элементы находятся в разных условиях, их подвижность не может характеризоваться одним наивероятнейшим временем релаксации и описывается спектром времен. Поэтому для установления связи между структурной подвижностью и релаксационными процессами в материалах нами использован метод оценки деформационных свойств, основанный на релаксационной спектрометрии. К испытанию были приняты пять образцов ручного плетения различных структур из различных материалов: атласных и бархатных лент, сутажной тесьмы и три образца машинного плетения: 1) – плетеное полотно, дублированное трикотажной подкладкой (в положении – трикотажная подкладка сверху); 2) – плетеное полотно, дублированное трикотажной подкладкой (в положении - трикотажная подкладка снизу); 3) – плетеное полотно без подкладки, но с клеевой пропиткой. Испытания образцов проводили в диапазоне величин и времен действия нагрузок, характерных для эксплуатации обуви.

По результатам проведенных исследований релаксационных свойств установлено, что усредненный спектр образцов ручного плетения близок к типичному спектру ткани, так как структуры этих материалов схожи. Свойства верха обуви из таких плетеных материалов будут подобны свойствам текстильного верха обуви. Спектр образца машинного плетения располагается между спектрами натуральной и искусственной кож. Следовательно, варьируя свойства клеевой пропитки и подкладки, можно получать материал с заданными реологическими характеристиками.

Таким образом, результаты исследования деформационных свойств разработанных видов плетеных материалов и материалов, полученных машинным способом, свидетельствуют о перспективности их использования в производстве качественных заготовок верха обуви с регулируемыми эргономическими и эксплуатационными характеристиками.

Проведенные исследования [1], [2] и сравнительный анализ свойств экспериментальных плетеных образцов, состоящих из двух и трех систем кожаных и текстильных полос, показали, что триаксиальная структура обладает меньшей анизотропией свойств и большей формоустойчивостью, характеризуется меньшим изменением сетевых углов при эксплуатации, что позволяет рекомендовать их для производства плетеных бесшовных заготовок верха обуви.



Рис. 2

Для практического подтверждения возможности применения модифицированных ткацких переплетений в производстве обуви нами были изготовлены образцы женских туфель "лодочек" с различной высотой приподнятости пяточной части (рис. 2).

ВЫВОДЫ

Доказана перспективность использования текстильных технологий в обувном производстве, поскольку, кроме сокращения продолжительности процесса, они допускают получение конструкций с инновационными свойствами и интересными художественно-декоративными решениями. Предлагаемые решения отвечают современному состоянию технологий производства обуви и имеют как научное, так и практическое значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврис Е.В. Теория и методы проектирования объемных малошовных оболочек с триаксиальной и мультиаксиальной структурой. – М.: "Спутник+", 2011.
2. Пастухова Е.А., Костылева В.В., Лаврис Е.В. Теоретическое описание фаз строения полотна для

формирования заготовки верха обуви методом плетения // Дизайн и технологии. – 2011. № 21 (63). С.22...28.

3. Пастухова Е.А., Костылева В.В., Лаврис Е.В. Машинная технология изготовления плетеных изделий // Дизайн и технологии. –2011, № 24 (66). С.24...29.

4. Лаврис Е.В. Объемные цельнотканые оболочки: классификация и методы изготовления // Дизайн. Материалы. Технология – С.Пб., 2009, № 1 (8). С. 70...72.

REFERENCES

1. Lavris E.V. Teoriya i metody proektirovaniya obemnyh maloshovnyh obolochek s triaksialnoj i multiaksialnoj strukturoj. – M.: "Sputnik+", 2011.
2. Pastuhova E.A., Kostyleva V.V., Lavris E.V. Teoreticheskoe opisanie faz stroeniya polotna dlya formirovaniya zagotovki verha obuvi metodom pleteniya // Dizajn i tehnologii. – 2011. № 21 (63). S.22...28.
3. Pastuhova E.A., Kostyleva V.V., Lavris E.V. Mashinnaya tehnologiya izgotovleniya pletenyh izdelij // Dizajn i tehnologii. –2011, № 24 (66). S.24...29.
4. Lavris E.V. Obemnye celnotkanye obolochki: klassifikaciya i metody izgotovleniya // Dizajn. Materialy. Tehnologiya – S.Pb., 2009, № 1 (8). S. 70...72.

Рекомендована кафедрой художественного моделирования, конструирования и технологий изделий из кожи. Поступила 16.01.17.

**СОЦИАЛЬНЫЕ МЕДИА КАК ИНСТРУМЕНТ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ
(НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)***

**SOCIAL MEDIA AS A FEEDBACK TOOL
FOR INCREASING THE PRODUCT QUALITY
(EXAMPLE OF THE TEXTILE INDUSTRY ENTERPRISES)**

А.Б. ПЕТРУХИН, О.Н. ДЕМУШИНА, Н.М. ФИЛИМОНОВА
A.B. PETRUKHIN, O.N. DEMUSHINA, N.M. FILIMONOVA

(Ивановский государственный политехнический университет,
Волгоградский институт управления – филиал Российской академии
народного хозяйства и государственной службы,
Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых)
(Ivanovo State Polytechnical University,
Volgograd Institute of Management (branch) of the Russian Academy
of National Economy and Public Administration,
Vladimir State University named after Alexander and Nikolai Stoletovs)
E-mail: a.petruhin@mail.ru, olga-demushina@yandex.ru, natal_f@mail.ru

В статье исследуются наиболее доступные и экономичные способы установления обратной связи с потребителями для повышения качества продукции с помощью социальных медиа. Анализируется опыт использования этих возможностей на ведущих предприятиях легкой и текстильной промышленности России.

The paper presents the most accessible and affordable ways to obtain customer feedback in order to increase product quality by means of social media. The authors examine experience of using feedback tools in the most successful textile and light industry enterprises of Russia.

Ключевые слова: предприятия легкой и текстильной промышленности, повышение качества, обратная связь, социальные медиа, краудсорсинг.

Keywords: textile and light industry enterprises, increasing the quality, feedback, social media, crowdsourcing.

Легкая и текстильная промышленность относятся к старейшим отраслям производства, оказывающим существенное влияние на экономическое развитие страны. В настоящее время можно констатировать серьезный и затяжной кризис, который переживает отрасль легкой и текстильной промышленности. Анализ литературы позволяет выделить следующие его причины: устаревшая техническая база предприятий отрасли, высокие цены на сырье и про-

блемы его приобретения, финансовое состояние предприятий легкой промышленности, слабая конкурентоспособность отечественных товаров, особенно по сравнению с дешевой продукцией из Китая и Индии. Последняя причина, по мнению исследователей, является одной из наиболее важных в условиях конкуренции с дешевыми товарами из стран Азии [1]. Значительная доля импорта считается главным признаком низкой конкурентоспособности това-

* Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта РГНФ "Электронное участие граждан: анализ существующих возможностей и перспективы развития в Волгоградской области", проект 16-13-34002.

ров. По данным специалистов импорт продукции легкой промышленности вырос в 17 раз при одновременном значительном сокращении экспорта [2], что может объясняться не только низкими ценами стран-производителей, но и недостаточно высоким качеством отечественных товаров по сравнению с зарубежными. Между тем, западные исследователи считают качественные характеристики производимых товаров одним из важнейших индикаторов конкурентоспособности промышленности [3]. Таким образом, повышение качества продукции становится приоритетным направлением развития легкой и текстильной промышленности и необходимым условием выхода ее из кризиса.

В результате развития информационно-коммуникационных технологий в последние годы сформировался новый взгляд на производство продукции и на взаимоотношения основных участников производственного процесса. Новая концепция предполагает сотрудничество производителей и потребителей продукции посредством целенаправленно организованной обратной связи. Известный специалист в сфере менеджмента и маркетинга Филипп Котлер так описал взаимодействие участников производственного процесса, который он рассматривает как совместное творчество производителей и потребителей. На первом этапе предприятие создает продукцию в общем виде, давая возможность клиентам внести в нее изменения в соответствии с их уникальными потребностями. Затем компания-изготовитель собирает отзывы потребителей и вносит в продукт коррективы, опираясь на мнения пользователей [4]. Полученная информация позволяет повысить качество продукции, учесть пожелания потребителей, а также повысить их лояльность к компании и ее изделиям. Все вышесказанное применимо к любым товарам, в том числе к продукции легкой и текстильной промышленности. Проблема заключается в том, что текстильное производство в основном представлено предприятиями малого и среднего бизнеса, имеющими небольшой бюджет и ограниченные возможности. В этих условиях поиск удоб-

ных и экономичных путей налаживания обратной связи с потребителями продукции может представлять особую ценность. Развитие информационно-коммуникационных технологий расширяет существующие возможности взаимодействия с клиентами и предлагает новые опции. Одним из наиболее экономичных и в то же время действенных средств считаются социальные медиа, основным достоинством которых является их многофункциональность.

Под социальными медиа обычно понимаются электронные средства коммуникации (сервисы, сети, платформы), посредством которых создатели сообщений вступают во взаимодействие с потребителями этих сообщений, которые таким образом вовлекаются в производство нового контента. При этом получатели сообщений могут поменяться ролями с производителями информации и сами выполнять функции автора, выступая в качестве комментатора или редактора сообщений. В настоящее время роль социальных медиа недооценивается, им приписываются исключительно развлекательные функции, не учитывая их информационный и коммуникационный потенциал. Между тем, анализ сайтов ряда зарубежных компаний позволяет сделать вывод о том, что в последнее время возможности социальных медиа все активнее используются и на промышленных предприятиях.

Рассмотрим опыт отечественных компаний, вовлекающих потребителей своей продукции в деятельность, направленную на улучшение качества товаров. Анализ двадцати пяти предприятий легкой промышленности, являющихся лидерами по уровню производительности труда в 2015 г., показал, что все предприятия кроме одного (ПАО "Сафьян") имеют свои собственные сайты [5]. При этом почти у трети организаций на сайтах отсутствуют даже самые элементарные возможности обратной связи, отсутствует опция "задать вопрос". У остальных предприятий форма обратной связи выглядит по-разному. Возможность оставить отзыв о качестве продукции представлена у ОАО "Трехгорная мануфактура", Борисоглебского комби-

ната, ХБК "Шуйские ситцы", Казанского завода искусственных кож, Бийской льняной компании, ООО "Адонис". На сайтах этих же компаний, а также АО "Лента", Павлово-Посадского камвольщика, ООО "Элегант" можно задать вопрос. Лишь 5 компаний имеют ссылки на свои страницы в социальных сетях. Необходимо отметить, что даже имеющиеся возможности на сайтах предприятий часто носят достаточно формальный характер. Так, практически все имеющиеся отзывы носят хвалебный характер, не содержат критики и предложений по улучшению качества производимой продукции.

Как показывает опыт функционирования зарубежных предприятий текстильной промышленности, социальные медиа значительно упрощают взаимодействие производителя и потребителя, делают его быстрым и удобным. Клиенты могут выразить свое мнение по поводу совершенствования качества изделий с помощью следующих форм предоставления информации: жалоба, результаты опросов, анкетирование, оценка, рекомендация, отзыв и т.д. Обобщив имеющийся отечественный и зарубежный опыт в этой сфере, можно выделить следующие возможности налаживания обратной связи с потребителем с помощью социальных медиа.

1. Форма обратной связи на сайте. Она представляет собой специальную опцию (окно или ссылку), с помощью которой посетитель может отправить сообщение владельцу сайта. Этот инструмент позволяет задать вопрос и получить компетентный ответ, похвалить или покритиковать производителя, высказать замечания и пожелания. Иногда наиболее типичные вопросы обобщаются и публикуются в разделе часто задаваемых вопросов (FAQ), который нужно обязательно изучать, поскольку повторяющиеся вопросы свидетельствуют о серьезных проблемах у потребителей. Разновидностью этого варианта обратной связи являются отзывы, то есть развернутые сообщения, оценивающие качество продукции и высказывающие предложения по его улучшению. Многие зарубежные и некоторые отечественные компании предлагают

такие формы оперативной обратной связи, как онлайн-консультант или заказ звонка. Но эти способы имеют другую цель, а именно – быстро объяснить клиенту непонятные моменты. Они редко способствуют повышению качества продукции, но, тем не менее, обязательно должны быть на сайте.

2. Онлайн-опросы на сайте. Преимущество этой формы обратной связи в том, что вся инициатива находится в руках менеджеров компании, которые с помощью точных и продуманных вопросов могут получить ценную информацию от потребителей. Опираясь на опыт компаний, использующих этот механизм, можно сформулировать следующие рекомендации:

- онлайн-опрос не стоит делать большим, поскольку в противном случае очень малое количество потенциальных респондентов захочет в нем участвовать;

- часть вопросов должна быть ориентирована на недовольных клиентов, которые могут внести свои предложения по улучшению качества продукции;

- несколько вопросов нужно сделать открытыми, это позволит встретить более искреннюю реакцию и получить более объективную информацию;

- респондентами должны быть клиенты самой компании или ее конкурентов; необходимо с помощью первых вопросов отсеять случайных людей, которые не предоставят полезной информации.

3. Использование возможностей социальных сетей. К самым популярным социальным сетям в России относятся ВКонтакте, Фэйсбук, Одноклассники. Несколько уступают им по популярности, но тоже имеют свою нишу, Twitter и Instagram. Компании могут использовать этот ресурс двумя способами: регулярный мониторинг социальных сетей на предмет критики продукции или предприятия в целом, а также создание своей собственной странички в одной или нескольких социальных сетях. Для реализации первого способа можно использовать специальные программы, например, SemanticForce и Клиентомания, позволяющие получить обобщенную информацию, содержащую отзывы о работе предприятия и его продукции. Второй спо-

соб предполагает возможность более активного, непосредственного контакта с клиентами. Для постоянного поддержания интереса к содержанию страницы необходимо регулярно публиковать сообщения, содержащие актуальную и интересную информацию, своевременно обновлять свои посты и обязательно отвечать на комментарии.

4. Краудсорсинг – как способ генерации новых идей на сайте или странице социальной сети. В какой-то степени эта возможность пересекается с тремя вышеперечисленными, но подразумевает большую активность потребителей продукции в процессе совершенствования качества товаров и дизайна. Английский термин "crowdsourcing" можно перевести как "привлечение широкого круга лиц к решению какой-либо задачи". Таким образом, взаимодействие компании и клиентов не ограничивается вопросами или просьбой оставить отзыв. Перед потребителем ставится конкретная задача, направленная на совершенствование качества продукции на любом этапе процесса производства. Это могут быть идеи, связанные с разработкой оригинального дизайна тканей; советы по улучшению технологии их изготовления и отделки; предложения, направленные на совершенствование рекламы и PR, а также элементов фирменного стиля предприятия. Усилия компании по налаживанию подобного вида взаимодействия должны быть направлены не на всех клиентов, а лишь на тех, кто обладает профессиональными знаниями и достаточным уровнем компетенции в данной сфере. Идея использования краудсорсинга в промышленном производстве кажется достаточной оригинальной и непривычной, однако она очень распространена в зарубежных странах, где некоторые предприятия даже проводят регулярные конкурсы, выявляя наиболее активных новаторов и награждая их призами.

5. Видеоролики на Youtube. Известный сайт, позволяющий делиться своими видеозаписями, приобрел достаточную популярность как инструмент маркетинга и рекламы. Но помимо этой общеизвестной роли он может также выполнять функцию коммуникации с потребителями при помощи возможности комментирования видеоматериалов в виде замечаний и предложений. Если говорить о содержании видео, то это могут быть интервью с руководством или клиентами, презентация нового товара, рекламный ролик. Необходимо дать ссылку на видеоматериал на сайте.

Данный перечень возможностей социальных медиа для налаживания взаимодействия с потребителями не является исчерпывающим. Представлены наиболее простые, достаточно экономичные и доступные способы. Проведенный анализ показывает, что далеко не все отечественные предприятия данной отрасли используют перечисленные возможности.

ВЫВОДЫ

Следует отметить, что, несмотря на высокий потенциал социальных медиа и их важную роль в процессе установления обратной связи с потребителем, предприятия текстильной промышленности пока недостаточно используют этот ресурс. Хотя и отмечается некоторый прогресс в этом направлении, по сравнению с прошлыми годами, приходится констатировать, что в нашей стране в исследуемой отрасли делаются только первые шаги по вовлечению потребителей в процесс совершенствования качества продукции.

Рекомендована кафедрой организации производства и городского хозяйства ИВГПУ. Поступила 29.01.18.

АЛЕКСАНДРУ МИХАЙЛОВИЧУ КИСЕЛЕВУ – 70 ЛЕТ

ALEXANDER MIKHAILOVICH KISELEV – 70 YEARS

15 февраля 2018 г. исполнилось 70 лет со дня рождения Заслуженного деятеля науки РФ, доктора технических наук, профессора Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна Александра Михайловича Киселева – видного ученого в области текстильной химии, химической технологии и дизайна текстиля.

А.М. Киселев родился в 1948 г. в Ленинграде, в семье служащих. В 1971 г. окончил Ленинградский институт текстильной и легкой промышленности им. С.М.Кирова с присвоением квалификации инженер химик-технолог по специальности "Химическая технология и оборудование отделочного производства". Вся его дальнейшая трудовая деятельность связана с этим высшим учебным заведением (в настоящее время "Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна"), где он прошел путь от младшего научного сотрудника до профессора, заведующего кафедрой химической технологии и дизайна текстиля, которую он возглавлял с 1999 по 2017 гг. Более 45 лет напряженной, добросовестной работы обеспечили Александру Михайловичу уважение и признание в нашей стране и за ее пределами.



Проф. А.М. Киселев – создатель научной школы в области текстильной химии и технологии, художественного проектирования, колорирования и облагораживания текстильных волокнистых материалов и изделий. Широкий диапазон его научной эрудиции позволил подготовить 5 докторов и 15 кандидатов наук, сотни инженеров, бакалавров и магистров по перспективным направлениям обучения в системе высшего образования.

Кафедра химической технологии и дизайна текстиля первой в России стала осуществлять подготовку универсальных специалистов – дизайнеров текстиля, сочетающих в себе умения и навыки художественного проектирования текстильных изделий и их оформления с применением современных инновационных технологий.

Проф. А.М.Киселевым и его научной школой разработаны принципиально новые научные направления, включающие: отделку текстильных материалов в среде микрогетерогенных пен, экологически ориентированные технологии подготовки, колорирования и облагораживания текстиля, теоретические и практические аспекты применения дисперсий карбоксилированных акриловых латексов для модификации и повышения качества волокнистых материалов,

новые подходы и механизмы химической интенсификации процессов крашения с использованием нетоксичных соединений, колорирование и отделку термостойких текстильных материалов, применение наноразмерных систем и технологий для формирования структурной окраски и создания оригинальных образцов "интеллектуального текстиля". На базе созданного при кафедре учебно-научно-инновационного комплекса "Текстиль: цвет и дизайн" выполнен большой объем исследований с целью внедрения в практику дизайна текстиля современных хемо-, био- и нанотехнологий, позволяющих проектировать и создавать текстильные изделия в соответствии с мировыми тенденциями развития дизайна, стиля и моды. Большинство творческих и технических решений используются российскими фирмами и предприятиями.

Основные научные идеи и технологические разработки, выполненные под руководством проф. А.М.Киселева, изложены в 22 монографиях и учебных пособиях (в том числе, "Основы пенной технологии отделки текстильных материалов", "Экотехнологии отделки текстильных материалов", "Методы исследований и обработки экспериментальных результатов", "Основы восприятия и оценки цвета", "Применение наноразмерных систем для модификации и улучшения качества текстильных материалов", "Художественное оформление текстильных материалов способом печати", "Теоретические основы химической технологии текстильных материалов" и др.). Им опубликованы более 400 научных статей, имеются 25 авторских свидетельств СССР и патентов РФ.

Много сил и времени проф. А.М.Киселев отдает подготовке кадров высшей квалификации, являясь членом двух специали-

зированных советов по защитах диссертаций, редколлегии журналов "Известия вузов. Технология текстильной промышленности" и "Известия вузов. Технология легкой промышленности". Он является членом Английского и Российского союзов химиков-текстильщиков и колористов, входит в состав нанотехнологической секции при Союзе научных и инженерных обществ России. Поддерживая многолетние профессиональные и дружеские связи с научными школами родственных вузов и кафедр, проф. А.М.Киселев принимает активное участие в организации и проведении конференций, симпозиумов и семинаров, оппонировании диссертаций, подготовке рецензий и отзывов на статьи и научно-методические издания.

Многогранная научно-педагогическая деятельность проф. А.М.Киселева отмечена почетными званиями и наградами, среди которых Знак "Изобретатель СССР", медаль "За заслуги перед институтом", медали ВДНХ СССР, благодарность от Президента "Российского Союза предпринимателей текстильной и легкой промышленности". В 2008 г. А.М.Киселеву присвоено Почетное звание "Заслуженный деятель науки Российской Федерации".

Высокий уровень профессионализма, широкая эрудиция и всесторонняя одаренность в сочетании с личной скромностью и порядочностью, желанием помочь коллегам и начинающим ученым снискали проф. А.М.Киселеву уважение со стороны научно-педагогической общественности и товарищей по работе.

Сердечно поздравляем Александра Михайловича с Юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, дальнейших творческих успехов и благополучия!

Ректорат и кафедра химической технологии и дизайна текстиля Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности"

ЮБИЛЕЙ ВЛАДИМИРА АНДРЕЕВИЧА ЗАВАРУЕВА

THE ANNIVERSARY OF VLADIMIR ANDREEVICH ZAVARUEV

20 февраля 2018 г. исполнилось 70 лет со дня рождения видного ученого-текстильщика Владимира Андреевича Заваруева. В.А. Заваруев окончил Московский текстильный институт в 1971 году по специальности "Технология трикотажного производства", получив квалификацию инженера-технолога.

Владимир Андреевич работает в вузе с 1971 г. сначала в должности мастера основовязаного участка, с 1972 г. – ассистента, с 1984 г. – доцента, с 2006 г. и по настоящее время – в должности профессора.

Кандидатскую диссертацию "Исследование особенностей переработки металлических монокристаллов на вязальных машинах с целью получения полотен технического назначения" В.А. Заваруев защитил в 1980 г.; докторскую диссертацию "Разработка технологии производства металлтрикотажных сетеполотен для изделий космической и наземной систем связи" – в 2006 г.

Область его научных интересов – технология трикотажа технического, медицинского и бытового назначения. В.А.Заваруев возглавляет сегодня в РГУ им. А.Н.Косыгина научную школу по разработке технологии трикотажных сетеполотен, которые используются в космической отрасли, в конструкциях солнечных батарей космических аппаратов в качестве отражательных



поверхностей космических и наземных антенн, в системах электростатической защиты космических аппаратов.

Проф. В.А. Заваруев является крупным ученым в области текстильной технологии, учеником и продолжателем научной школы профессоров-трикотажников А.С. Далидовича, И.И. Шалова, Л.А. Кудрявина. При его участии создана новая высокоэффективная технология изготовления трикотажа специального назначения.

Научные разработки были внедрены на предприятиях отрасли – на Выборгской сетевязальной фабрике, АО "Касимовсеть". В настоящее время под руководством проф. В.А. Заваруева ведутся работы по созданию новых трикотажных материалов. Он является руководителем малого предприятия, "ТРИИНВЕСТ", которое в течение более 20 лет выпускает материал для предприятий Роскосмоса. Владимиром Андреевичем выполнены новые разработки уникальных металлических сетематериалов для высокочастотных систем космической связи в виде гибких высокоэластичных отражательных поверхностей раскладывающихся антенн.

В.А. Заваруев автор более 200 научных публикаций, включая многочисленные патенты. Под его руководством подготовлены 5 кандидатов наук. В.А. Заваруев – Лауреат премии 1 степени Государственного коми-

тета СССР по народному образованию в области систем связи, Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники за разработку крупногабаритных бортовых и наземных антенных систем спутниковой связи и технологий их производства, имеет нагрудный знак "Почетный работник высшего профессионального образования РФ". Член редколлегии журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности".

Проф. В.А. Заваруев – добрый и отзывчивый друг, готовый всегда оказать помощь в трудную минуту. Он пользуется заслуженным авторитетом у коллег, студентов и аспирантов университета. Владимир

Андреевич Заваруев – удивительный человек, в котором гармонично сочетаются скромность, порядочность, доброта и требовательность, преданность и беззаветное служение профессии. Сегодня Владимир Андреевич полон творческих сил, замыслов, он всегда стремится к новому – новым разработкам и свершениям, умеет увидеть перспективность задуманных планов и увлечь за собой коллектив.

От всей души желаем Владимиру Андреевичу Заваруеву крепкого здоровья, творческого долголетия, семейного счастья, больших успехов во всем!

Коллектив Текстильного института Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности"

ЭДУАРД АРШАКОВИЧ ОНИКОВ

EDUARD ARSHAKOVICH ONIKOV

26 января 2018 г. на 91-м году ушел из жизни видный ученый-текстильщик Эдуард Аршакович Оников. Э.А. Оников родился 27 декабря 1927 г. в Тбилиси, но всю свою сознательную и плодотворную жизнь провел в Москве. В 1951 г. по окончании Российского заочного института текстильной и легкой промышленности Э.А. Оников многие годы работал в Центральном научно-исследовательском институте хлопчатобумажной промышленности, возглавляя ткацкий отдел. В последние 20 лет работал профессором в Московском государственном текстильном институте им. А.Н. Косыгина, Российском заочном институте текстильной и легкой промышленности, Московском государственном институте дизайна и технологии (в настоящее время – РГУ им. А.Н. Косыгина).

Э.А. Оников – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, Лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Эдуард Аршакович являлся членом ученых и диссертационных советов, советов ряда научно-исследовательских институтов и учебных заведений России. Он подгото-



вил не один десяток современных инженеров и ученых, которые сегодня успешно работают в различных отраслях экономики России.

Эдуард Аршакович Оников – автор более 200 научных работ, монографий, учебников, справочников, которые сегодня востребованы специалистами отрасли.

Э.А. Оников является одним из создателей современной многозевной машины. Он работал в составе российско-итальянского коллектива по разработке, созданию и внедрению в промышленность многозевной машины ТЦП.

Его отличали неиссякаемая энергия, постоянное стремление к новому, высокая квалификация и эрудиция. Э.А. Оников был прекрасным товарищем, наставником, лектором. Он умел донести до людей свои идеи и мысли. И люди его всегда внимательно слушали и поддерживали.

Эдуард Аршакович был очень скромным, порядочным человеком, прекрасным семьянином. Таким его запомнят коллеги и друзья.

Светлая память об Эдуарде Аршаковиче Оникове навсегда сохранится в нашей памяти.

Коллектив Текстильного института Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина, коллектив кафедры проектирования и художественного оформления текстильных изделий

Редколлегия и редакция журнала "Известия вузов. Технология текстильной промышленности"

СОДЕРЖАНИЕ

Экономика и организация производства

<i>Грошевик Е.А.</i> Методы регулирования затрат на техническое обслуживание и ремонт оборудования	5
<i>Каюмова Р.Ф.</i> Управление ассортиментом на малых предприятиях легкой промышленности Республики Башкортостан	10
<i>Халезова К.А.</i> О необходимости внедрения системы комплаенс-контроля хозяйствующими субъектами малого и среднего бизнеса	15
<i>Погодина И.В., Мамедов С.Н.</i> К вопросу о тарифном и нетарифном регулировании ввоза текстильной продукции	20
<i>Федотова М.А., Бакулина А.А.</i> Проблемы оценки стоимости активов промышленных предприятий в условиях экономического кризиса	24

Материаловедение

<i>Дедов А.В., Назаров В.Г.</i> Прогнозирование прочностных свойств нетканых иглопробивных материалов при растяжении	27
<i>Чернышев М.В., Давыдов А.Ф., Чернышева Г.М.</i> Оценка показателей качества для тканей при пошиве специальной одежды	32
<i>Христофоров А.И., Христофорова И.А., Горячева В.А.</i> Использование высоконаполненного поливинилхлоридного композита для напольного покрытия текстильных предприятий	36
<i>Бесишапошникова В.И., Липатова Л.А., Шустов Ю.С.</i> Прогнозирование формовочной способности двухслойных тканых полотен	39
<i>Мишаков В.Ю., Сницарь В.С.</i> Исследование влияния структурных характеристик ковровых напольных покрытий на их загрязняемость	43
<i>Волкова Е.Ю., Дерябина А.И., Лисиенкова Л.Н., Мязина Ю.С.</i> Анализ деформации материалов при циклическом сжатии в лабораторных условиях и при эксплуатации изделий	48

Прядение

<i>Симомян В.О., Королева Н.А., Плеханов А.Ф.</i> Комплексные оценки технологической эффективности и микронейр хлопковых волокон	53
<i>Кузнецова Н.С., Жуков В.И., Телицын А.А.</i> Механизм образования крутки в готовой вьюрковой пряже	58

Ткачество

<i>Юхин С.С., Назарова М.В., Романов В.Ю., Бойко С.Ю.</i> Разработка оптимальных технологических параметров выработки петельной ткани с минимальной поверхностной плотностью	64
<i>Смирнова Т.В., Маховер В.Л.</i> Натяжение нити при сматывании ее с бобины на сновально-шлихтовальном агрегате	68
<i>Брут-Бруляко А.Б., Романов В.В., Хомяков Е.С.</i> Влияние основных факторов на натяжение льняной пряжи при перематывании	73
<i>Мирошниченко Д.А., Толубеева Г.И.</i> Новые комбинированные переплетения, имитирующие на однослойной ткани объемные клетки	76
<i>Грузина Е.О., Карева Т.Ю.</i> Разработка тканей новых структур, усиленных по основе	80

Отделка

<i>Баданова А.К., Кутжанова А.Ж., Баданов К.И.</i> Рентгеноспектральный микроанализ химической структуры поверхности гидрофобизированного целлюлозного волокна	86
<i>Тихомирова Н.А., Захарова А.В., Соболева О.Д., Гребенкин А.Н.</i> Применение ультразвука для получения загустки на основе натрийкарбоксиметилцеллюлозы с оптимальной дисперсностью	90
<i>Пыркова М.В., Меньшова И.И., Панкратова Е.В.</i> Применение метода УФ-облучения в подготовке и очистке вод красильно-отделочного производства	95
<i>Циркина О.Г., Никифоров А.Л., Румянцева В.Е.</i> Зависимость фактора диэлектрических потерь текстильных материалов от условий проведения химико-технологических процессов	100

Технология нетканых материалов

<i>Мензелинцева Н.В., Карапузова Н.Ю., Маринина О.Н., Стефаненко И.В.</i> Разработка фильтрующего нетканого материала для респираторов, исследование и оптимизация его свойств	105
--	-----

Трикотажное производство

<i>Башков А.П., Башкова Г.В., Алешина Д.А., Шайхутдинова Е.А.</i> Прогнозирование виброизоляционных свойств пространственных трикотажных полотен	110
--	-----

Швейное производство и дизайн

<i>Ноздрачева Т.М., Травкина Н.Н.</i> Конструкторско-технологическое решение школьной одежды, корректирующей осанку	113
<i>Чижик М.А., Немирова Л.Ф., Московцев М.Н.</i> Математическое моделирование лазерной сварки текстильных термопластичных материалов	118
<i>Чуприна Н.В.</i> Принципы формирования и реализации модных тенденций в индустрии моды	123
<i>Виниченко И.В.</i> Особенности развития советской моды в 1950-60 годы	127

Текстильные машины и агрегаты

<i>Хозина Е.Н., Макаров В.А., Королев П.А., Журавлева О.С.</i> Особенности расчета перемещений берда батана для ткацких машин различных типов	132
<i>Смельский В.В., Разумов А.С.</i> Исследование и расчет геометрических параметров стыковки патрубков контрольных датчиков с внешней поверхностью промышленных сосудов	137
<i>Григорьев В.А., Терентьев В.И.</i> Исследование влияния программатора ремизоподъемных кареток на скоростные возможности ткацких машин	142

Автоматизация технологических процессов

<i>Волков В.В., Семёнов А.Д., Волков С.В., Пакулова Н.К., Некрашевич А.Б.</i> Параметрическая идентификация передаточной функции многокамерных смешивающих машин	147
--	-----

Экологическая и производственная безопасность. Промтеплоэнергетика

<i>Кузнецов С.С., Рыжкова Е.А.</i> Разработка модели цифровой системы регулирования температуры перегретого пара энергетического котла	151
<i>Тамразян А.Г., Федорова Н.В., Дехтерев Д.С.</i> Оценка весомости конструкционных параметров платформенного стыка панельных зданий на надежность соединения по методу линеаризации	155
<i>Юдаева О.С., Аксенов В.А., Пономарев В.М., Апатцев В.И., Алехин С.Ю., Простомолотова В.Б., Королева А.М.</i> Обеспечение экологической и санитарно-гигиенической безопасности пассажирских вагонов за счет использования в трансформируемой мебели нетканых материалов	161
<i>Шабарова О.Н., Бойко С.В., Лустгартен Т.Ю.</i> Выбор метода построения шумовых карт с учетом удаленности от источника	168
<i>Баканов М.О., Тараканов Д.В.</i> Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций	173

Информационные технологии

<i>Коваленко Н.И., Буров М.С., Разин С.Н.</i> Система автоматизированного расчета сил натяжения слоя в трепальной машине	178
--	-----

Механика нити и полотен

<i>Щербаков В.П., Грачев А.В., Скуланова Н.С., Полякова Т.И., Халезов С.Л.</i> Расчет прочности пряжи с учетом поперечной деформации	184
--	-----

Обмен опытом, критика и библиография, краткие сообщения

<i>Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Зарецкая Г.П.</i> Перспективы развития потребительского рынка меховой продукции в России	189
<i>Медведев А.В., Разумеев К.Э.</i> Исследование влияния шероховатости стальных образцов на смачиваемость замасливающей эмульсией	191
<i>Соловьева О.А., Грузинцева Н.А., Гусев Б.Н.</i> Формирование базы данных по использованию технического текстиля в различных областях строительства	197
<i>Белгородский В.С., Костылева В.В., Лунина Е.В.</i> Модификация структур простых видов ткацких переплетений для изготовления бесшовных заготовок верха обуви	200
<i>Петрухин А.Б., Демушина О.Н., Филимонова Н.М.</i> Социальные медиа как инструмент обратной связи для повышения качества продукции (на примере предприятий легкой промышленности)	204
<i>Александр Михайловичу Киселеву – 70 лет</i>	208
<i>Юбилей Владимира Андреевича Заваруева</i>	210
<i>Эдуард Аршакович Оников</i>	212

CONTENTS

Economics and Production Planning

<i>Groshevik E.A.</i> Methods of Adjusting of Expenses on Technical Service and Repair of Equipment	5
<i>Kayumova R.F.</i> Assortment Management on Small Businesses of Light Industry in Bashkiria	10
<i>Khalezova K.A.</i> On Necessity of Introduction of Compliance Control on Small and Medium-Sized Business ..	15
<i>Pogodina I.V., Mamedov S.N.</i> To the Question of Tariff and Non-Tariff Regulation of Import of Textile Products	20
<i>Fedotova M.A., Bakulina A.A.</i> Problems of Assets Valuation of Industrial Enterprises in the Conditions of the Economic Crisis	24

Materials

<i>Dedov A.V., Nazarov V.G.</i> Modeling of Strength Properties in Tension Non-Woven Needle-Punched Material	27
<i>Chernyshev M.V., Davydov A.F., Chernyshova G.M.</i> Choice Assessment of the Quality for Fabric for Tailoring of Work Cloths	32
<i>Khristoforov A.I., Khristoforova I.A., Gorjacheva V.A.</i> Highly Filled Polyvinyl Chloride Composites for Floor Coverings of Textile Manufactures	36
<i>Besshaposhnikova V.I., Lipatova L.A., Shustov Yu.S.</i> Prediction of Moulding Ability Double-Layer Nonwoven Fabric	39
<i>Mishakov V.Yu., Snitsar V.S.</i> Research of the Influence of Structural Characteristics of Floor Carpet Coverings on their Dirt Adherence	43
<i>Volkova E.Yu., Deryabina A.I., Lisienkova L.N., Myazina Yu.S.</i> Analysis of Deformation Materials under Cyclic Compression in the Lab and Operation of the Product	48

Spinning

<i>Simonyan V.O., Koroleva N.A., Plekhanov A.F.</i> Integrated Assessments of Technological Efficiency and Micronaire Cotton	53
<i>Kuznetsova N.S., Zhukov V.I., Telitsin A.A.</i> The Mechanism of Occurrence of Twist in the Finished Yarn Finches	58

Weaving

<i>Yukhin S.S., Nazarova M.V., Romanov V.Yu., Boyko S.Yu.</i> Development of Optimal Technological Parameters of Producing Terry Fabrics with a Minimum Surface Density	64
<i>Smirnova T.V., Makhover V.L.</i> Thread Tension When Winding it from the Bobbin on the Warping and Slashing Unit	68
<i>Brut- Brulyako A.B., Romanov V.V., Khomyakov E.S.</i> Influence of Main Factor on Tension of Linen Yarn by Rewinding	73
<i>Miroshnichenko D.A., Tolubeeva G.I.</i> New Combined Weaves Simulating Volume Cells for Single-Layer Fabric	76
<i>Gruzina E.O., Kareva T.Yu.</i> the Development of New Fabrics Structures, Strengthened by Basis	80

Finishing

<i>Badanova A.K., Kutzhanova A.Zh., Badanov K.I.</i> X-Ray Microanalysis of Chemical Structure of Hydrophobized Cellulosic Fiber Surface	86
<i>Tikhomirova N.A., Zakharova A.V., Soboleva O.D., Grebenkin A.N.</i> The Use of Ultrasound to Obtain a Thickeners Based on Sodiumcarboxymethyl Cellulose with Optimum Dispersion	90
<i>Pyrkova M.V., Menshova I.I., Pankratova E.V.</i> The Application of the Method of UV Irradiation in the Preparation and Water Treatment of Dyeing and Finishing Production	95
<i>Tsirkina O.G., Nikiforov A.L., Rumyantseva V.E.</i> Dependence of the Factor of Dielectric Losses Textile Materials from Carrying Out Conditions Chemical and Technological Processes	100

Technology of Non-Wovens

<i>Menzelintseva N.V., Karapuzova N.Yu., Marinina O.N., Stephanenko I.V.</i> Development of Filtering Non-Woven Material for Respirators, Research and Optimization of its Properties	105
---	-----

Knitting

<i>Bashkov A.P., Bashkova G.V., Alyeshina D.A., Shaykhtudinova E.A.</i> Prediction of Knitted Spacer Fabrics Anti-Vibration Properties	110
--	-----

Sewing and Design

<i>Nozdracheva T.M., Travkina N.N.</i> Design and Technological Solutions of School Clothes, Corrects Posture	113
<i>Chizhik M.A., Nemirova L.F., Moskovtsev M.N.</i> Mathematical Modelling of Laser Welding of Textile Thermoplastic Fabrics	118
<i>Chuprina N.V.</i> Principles of Forming and Realization of Fashion Trends in Fashion Industry	123
<i>Vinichenko I.V.</i> Peculiarities of the Soviet Fashion Development in 1950-60s	127

Textile Machines and Aggregates

<i>Khozina E.N., Makarov V.A., Korolev P.A., Zhuravleva O.S.</i> Specificities of Calculation of the Slay Moving for Different Textile Machine	132
<i>Smelski V.V., Razumov A.S.</i> The Study and Calculation of Geometrical Parameters Dock Pipe Test Probes with External Surface Industrial Vessels	137
<i>Grigorev V.A., Terentev V.I.</i> Research of a Dobby Pattern Mechanism for Velocity Capability of Looms	142

Automation of Technological Processes

<i>Volkov V.V., Semenov A.D., Volkov S.V., Pakulova N.K., Nekrashevich A.B.</i> Parametrical Identification of Transfer Function of the Multichamber Mixing Cars	147
--	-----

Ecological and Industrial Safety. Heat Engineering

<i>Kuznetsov S.S., Ryzhkova E.A.</i> Development of Digital System Model of Regulation of a Power Copper Superheated Steam Temperature	151
<i>Tamrazyan A.G., Fedorova N.V., Dekhterev D.S.</i> Assessment of Ponderability of Constructional Parameters of Platform Joint of Panel Buildings on Reliability of Connection by Method of Linearization	155
<i>Yudaeva O.S., Aksenov V.A., Ponomarev V.M., Apattsev V.I., Alekhin S.Yu., Prostomolotova V.B., Koroleva A.M.</i> Ensuring Environmental and Sanitary-Hygienic Safety of Passenger Cars Through the Use of Convertible Furniture in Non-Wovens	161
<i>Shabarova O.N., Boiko S.V., Lustgarten T.Yu.</i> Choice of Method for Noise Maps Constructing Taking into Account the Distance from the Source	168
<i>Bakanov M.O., Tarakanov D.V.</i> Remote Monitoring of the Technogenic Fires and Emergency Situations	173

Information Technologies

<i>Kovalenko N.I., Byrov M.S., Razin S.N.</i> System Automated Calculation Tension Forces Layer Picker	178
--	-----

Mechanics of Threads and Fabrics

<i>Shcherbakov V.P., Grachev A.V., Skulanova N.S., Poljakova T.I., Khalezov S.L.</i> Calculation of Strength of the Yarn in View of Cross Deformation	184
---	-----

Experience Exchange, Criticism and Bibliography. Short Items

<i>Guseva M.A., Andreeva E.G., Petrosova I.A., Zaretskaya G.P.</i> Prospects of Development of Consumer Market of Fur Products in Russia	189
<i>Medvedev A.V., Razumeev K.E.</i> Research of Influence of the Effect of Roughness of Steel Samples on the Wettability of the Sizing Emulsion	191
<i>Solovieva O.A., Gruzintseva N.A., Gusev B.N.</i> The Formation of a Database on the Use of Technical Textiles in Various Fields of Construction	197
<i>Belgorodsky V.S., Kostyleva V.V., Lunina E.V.</i> Modified Structure of Plane Weaves for Manufacture of Seamless Shoes Uppers	200
<i>Petrukhin A.B., Demushina O.N., Filimonova N.M.</i> Social Media as a Feedback Tool for Increasing the Product Quality (Example of the Textile Industry Enterprises)	204
Alexander Mikhailovich Kiselev – 70 Years	208
The Anniversary of Vladimir Andreevich Zavaruev	210
Eduard Arshakovich Onikov	212